

Università degli Studi Milano Bicocca

CENTRO INTERDIPARTIMENTALE QUA_SI

Dottorato di ricerca in “Tecnologie per la comunicazione e l'informazione
applicate alla società della conoscenza e ai processi educativi”

Società dell'informazione - Ciclo XXIV

ANNO ACCADEMICO 2011/2012



Multimedia Learning Design per il One-to-One Computing

Evidenze sperimentali sull'efficacia dei Learning Object
in contesti di apprendimento critico

Fabio Serenelli

Coordinatrice del ciclo dottorale

Chiar.ma Prof.ssa Francesca Zajczyk

Tutor

Chiar.mo Prof. Paolo Maria Ferri

INTRODUZIONE: COMUNICAZIONE E APPRENDIMENTO NELLA SOCIETÀ DELLA RIVOLUZIONE DIGITALE.....	9
LA NETWORK SOCIETY.....	9
NETWORK SOCIETY E GLOBALIZZAZIONE: LO SCENARIO SOCIO-POLITICO	13
SI PUO' DAVVERO PARLARE DI RIVOLUZIONE? IL <i>DIGITAL DIVIDE</i> E LA <i>DIGITAL INEQUALITY</i>	14
ICT4E E <i>E-LEARNING</i> COME LEVA DEMOCRATICA PER COMPENSARE <i>DIGITAL DIVIDE</i> E <i>DIGITAL INEQUALITY</i>	15
ICT4E E AUTOAPPRENDIMENTO: L'ESEMPIO DELLA KHAN ACADEMY	17
OBIETTIVI DELLA TESI E STRUTTURA DELL'OPERA:	20
1 CAPITOLO 1° - ICT4E: IL MODELLO 1-TO-1 COMPUTING	23
1.1 DALLA TEORIA ALLA PRATICA SU LARGA SCALA: IL PROGETTO OLPC	27
1.2 I CINQUE PRINCIPI CARDINE DELL'INIZIATIVA ONE LAPTOP PER CHILD	28
1.2.1 Appartenenza al bambino - " <i>Indosso il mio XO come le mie scarpe</i> "	28
1.2.2 Età scolare dei soggetti coinvolti - " <i>mi prendo cura delle mie scarpe che mi accompagneranno per un lungo cammino</i> "	28
1.2.3 Saturazione - " <i>Una buona educazione è come una vaccinazione, raggiunge chiunque e protegge dall'intolleranza e l'ignoranza</i> "	29
1.2.4 Connessione - " <i>Quando parliamo tra di noi, stiamo insieme</i> "	29
1.2.5 Free e Open Source - " <i>Dammi un ambiente aperto e libero e imparerò allegramente</i> "	30
1.3 OLPC CON XO LAPTOP ANTICIPA IL FUTURO DEL DESIGN INDUSTRIALE PER L'EDUCAZIONE.....	31
1.4 DA XO-1 A XO-3: SCENARI PER IL FUTURO DI OLPC.....	32
1.5 CRITICHE AL MODELLO 1-TO-1 DI OLPC: IL CASO "UNA LAPTOP POR NIÑO" IN PERÙ.	34
1.6 CRITICHE AL MODELLO 1-TO-1 DI OLPC: UN APPROCCIO DIRIGISTA TOP-DOWN	37
1.7 PLE – PERSONAL LEARNING ENVIRONMENT E 1:1 COMPUTING: UNA POSSIBILE SINTESI?.....	40
1.7.1 PLE come artefatto cognitivo.....	42
1.7.2 PLE: un artefatto cognitivo ponte tra software e hardware.....	43
1.7.3 Sugar come PLE?.....	44
1.7.4 XO e Sugar: primi passi per un PLE ubiquo.....	47
1.7.5 XO-3: a borderware PLE device?.....	48
1.7.6 Ipotesi di ricerca sull'applicazione di PLE in contesti 1-to-1	49
2 CAPITOLO 2° - LA PROGETTAZIONE DEI CONTENUTI MULTIMEDIALI PER L'APPRENDIMENTO E IL MULTIMEDIA LEARNING DESIGN.....	51
2.1 I SOGGETTI DI APPRENDIMENTO DELLA NETWORK SOCIETY: L'IPOTESI DEI NATIVI DIGITALI	52
2.2 MEDIA EDUCATION E I CONTENUTI DIDATTICI MULTIMEDIALI	53
2.3 INSTRUCTIONAL DESIGN: STRATEGIE DIDATTICHE E FORMATI DI ISTRUZIONE	56
2.4 LA NASCITA DELL'ID: I NOVE EVENTI DI ISTRUZIONE.....	61
2.5 MODELLI PER L'INSTRUCTIONAL DESIGN	61
2.6 DAVID MERRILL E I PRIMI PRINCIPI DELL'ISTRUZIONE.....	63
2.6.1 Problem/task centered strategy	64

2.6.2	<i>Activation (Attivazione)</i>	64
2.6.3	<i>Demonstration (Dimostrazione)</i>	65
2.6.4	<i>Application (Applicazione)</i>	65
2.6.5	<i>Integration (Integrazione)</i>	65
2.7	METODOLOGIE ISD: INSTRUCTIONAL SYSTEM DESIGN (RANIERI 2005)	67
2.7.1	<i>ADDIE il metodo di Instructional system Design più diffuso</i>	67
2.8	TECNICHE DI VISUALIZZAZIONE DELLA CONOSCENZA: <i>INFORMATION DESIGN</i> E <i>INFOGRAFICA</i> :	71
2.8.1	<i>Cos'è l'information design?</i>	71
2.8.2	<i>L'infografica come tecnica di rappresentazione visuale dell'informazione</i>	72
2.8.3	<i>Tipo di informazione e relative tecniche di rappresentazione visuale: i dispositivi infografici</i>	75
2.8.4	<i>L'efficacia dell'infografica sull'apprendimento: la conferma sperimentale</i>	80
2.9	I PRINCIPI DELLA MULTIMEDIA LEARNING THEORY	84
2.10	LA BASE DELL'APPRENDIMENTO MULTIMEDIALE: IL CARICO COGNITIVO.....	87
2.10.1	<i>La teoria della doppia codifica di Paivio (1991)</i>	87
2.10.2	<i>La teoria del carico cognitivo di Chandler e Sweller (CLT)</i>	89
	INTEGRAZIONE TRA INFOGRAFICA E MULTIMEDIA LEARNING THEORY	92
2.11	UX DESIGN: PROGETTARE L'ESPERIENZA PER LA SODDISFAZIONE DELL'UTENTE/DISCENTE.....	94
2.12	LA RICERCA QUALITATIVA IN USER EXPERIENCE DESIGN	95
2.12.1	<i>Contextual Inquiry and Field observation</i>	97
2.12.2	<i>Thinking Aloud Protocol</i>	98
2.12.3	<i>Co-Discovery Method</i>	99
2.12.4	<i>Question asking protocol</i>	99
2.12.5	<i>Cultural probes</i>	99
2.12.6	<i>Interviste e Focus Group</i>	100
2.12.7	<i>Interviste retrospettive</i>	100
3	CAPITOLO 3° - LA SPERIMENTAZIONE: EFFICACIA DEI LEARNING OBJECT IN UN CONTESTO 1-TO-1	101
3.1	PROBLEMATIZZAZIONE DELLA RICERCA E SCELTA DEL CAMPO DI INDAGINE	102
3.2	ANALISI DEL CONTESTO URUGUAYANO E DEL PROGETTO DI 1:1 <i>PLAN CEIBAL</i>	104
3.2.1	<i>L'Uruguay: Il contesto socioeconomico</i>	105
3.2.2	<i>Il Plan CEIBAL</i>	105
3.3	INDAGINE QUALITATIVA PRELIMINARE E "MIMETIZZAZIONE"	113
3.4	CAMPIONAMENTO NEL "CONTEXTTO CRITICO MUY DESFAVORABLE"	117
3.5	PRINCIPALI DOMANDE DI RICERCA	118
3.6	DESCRIZIONE SINTETICA DELLA RICERCA SPERIMENTALE	119
3.6.1	<i>Scelta del tema e definizione degli obiettivi didattici</i>	119
3.6.2	<i>Instructional Content Design</i>	123
3.7	SOMMINISTRAZIONE DEI MATERIALI:	123

3.8	VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO IN CINQUE PARTI:	124
3.9	DESCRIZIONE CONDIZIONI SPERIMENTALI	125
3.10	DESCRIZIONE DEI MATERIALI ADOTTATI	126
3.10.1	<i>LO1 - Dispensa infografica</i>	127
3.10.2	<i>LO2 - Multimedia Passo-Passo</i>	129
3.10.3	<i>LO3 - Learning-Game</i>	131
3.10.4	<i>LO4 - Presentazione PPT</i>	135
3.10.5	<i>Il virtual pedagogical agent: Il Prof. Haragan (il Prof. Pigro)</i>	136
3.10.6	<i>Implementazione di Multimedia Learning Principles e First Principles of Instructions</i> ..	138
3.11	OPERAZIONALIZZAZIONE DELLE VARIABILI DI LEARNING SETTING E LO DESIGN	139
3.12	VALUTAZIONE DEGLI APPRENDIMENTI E COSTRUZIONE DELLE PROVE OGGETTIVE.....	145
3.12.1	<i>Retention Test (Ret-T)</i>	145
3.12.2	<i>Comprehension Test (Comp-T)</i>	147
3.12.3	<i>Problem solving Test (PS-T) e Delayed Problem solving Test (DPS-T)</i>	149
3.13	SCELTA DELLA MISURE STATISTICHE E PROCEDIMENTO DI ANALISI DEI DATI	153
3.13.1	<i>Questionario di User Experience</i>	154
3.14	IL TEST PILOTA E LE MODIFICHE A LO, TEST E PROTOCOLLO DI CONDUZIONE DEGLI ESPERIMENTI.....	161
3.15	MINACCE DELLA VALIDITÀ INTERNA E COMPENSAZIONE.....	161
3.15.1	<i>Minacce alla validità interna durante la selezione dei soggetti</i>	162
3.15.2	<i>Eventi esterni alla situazione sperimentale</i>	165
3.16	TAVOLE DI SINTESI DELLA SPERIMENTAZIONE: LE CONDIZIONI SPERIMENTALI E I CINQUE ESPERIMENTI	166
4	CAPITOLO 4: EVIDENCE BASED EDUCATION: I RISULTATI DELLA SPERIMENTAZIONE.....	171
4.1	EXP.1 INTRODURRE LA COMUNICAZIONE INFOGRAFICA IN AULA. EFFICACIA E UX DI UNA DISPENSA CARTACEA IN AUTONOMIA VS LEZIONE EURISTICA CON PPT.....	173
4.1.1	<i>Descrizione dell'esperimento</i>	175
4.1.2	<i>Osservazioni durante la sperimentazione</i>	176
4.1.3	<i>Efficacia del trattamento sperimentale sulle performance di apprendimento</i>	177
4.1.4	<i>Composizione del campione e Anova Test</i>	178
4.1.5	<i>Efficacia trattamento sperimentale per il raggiungimento degli obiettivi didattici</i>	183
4.1.6	<i>Efficacia del trattamento sperimentale per capacità di problem solving dopo 7 giorni (dps-t)</i> 188	
4.1.7	<i>Analisi dell'esperienza utente (UX) per le due condizioni di apprendimento</i>	193
4.2	EXP.2 MULTIMEDIA LEARNING DESIGN (MLD) PER L'AUTOAPPRENDIMENTO: EFFICACIA E UX DI UNA DISPENSA DIGITALE IN AUTONOMIA VS DISPENSA CARTACEA	199
4.2.1	<i>Descrizione dell'esperimento</i>	202
4.2.2	<i>Osservazioni durante la sperimentazione</i>	203
4.2.3	<i>Efficacia del trattamento sperimentale sulle performance di apprendimento</i>	204
4.2.4	<i>Composizione del campione</i>	204

4.2.5	<i>Efficacia trattamento sperimentale per il raggiungimento degli obiettivi didattici.....</i>	208
4.2.6	<i>Efficacia trattamento sperimentale sulle capacità di problem solving dopo 7 giorni (DPS-T)</i>	213
4.2.7	<i>Analisi dell'esperienza utente (UX) per le due condizioni di apprendimento.....</i>	219
4.3	EXP.3 STRATEGIE DI MULTIMEDIA LEARNING DESIGN (MLD) IN AULA: EFFICACIA E UX DI UNA DISPENSA DIGITALE IN AUTONOMIA VS LEZIONE EURISTICA GUIDATA DAL MAESTRO	224
4.3.1	<i>Descrizione dell'esperimento</i>	226
4.3.2	<i>Osservazioni durante la sperimentazione.....</i>	228
4.3.3	<i>Composizione del campione</i>	229
4.3.4	<i>Efficacia del trattamento sperimentale sulle performance di apprendimento</i>	229
4.3.5	<i>Efficacia trattamento sperimentale per il raggiungimento degli obiettivi didattici.....</i>	233
4.3.6	<i>Efficacia trattamento sperimentale sulle capacità di problem solving dopo 7 giorni (DPS-T)</i>	237
4.3.7	<i>Analisi dell'esperienza utente (UX) per le due condizioni di apprendimento.....</i>	240
4.4	EXP.4 POTENZIAMENTO DEL MLD CON IL GIOCO; EFFICACIA E UX DI UN LEARNING-GAME VS TUTORIALE DIGITALE IN AUTONOMIA	245
4.4.1	<i>Descrizione dell'esperimento</i>	247
4.4.2	<i>Osservazione dell'esperimento</i>	248
4.4.3	<i>Efficacia del trattamento sperimentale sulle performance di apprendimento</i>	248
4.4.4	<i>Composizione del campione</i>	249
4.4.5	<i>Analisi della varianza e valutazione dei risultati</i>	249
4.4.6	<i>Efficacia trattamento sperimentale per il raggiungimento degli obiettivi didattici.....</i>	253
4.4.7	<i>Analisi della varianza e valutazione dei risultati</i>	254
4.4.8	<i>Efficacia del trattamento sperimentale sulle competenze di problem solving dopo 7 giorni (dps-t)</i>	258
4.4.9	<i>Analisi della varianza e valutazione dei risultati</i>	258
4.4.10	<i>Analisi dell'esperienza utente (UX) per le due condizioni di apprendimento.....</i>	260
4.5	EXP.5 - POTENZIARE IL MLD CON IL GIOCO COOPERATIVO; EFFICACIA E UX DI UN LEARNING-GAME IN AUTONOMIA O GIOCATO IN COPPIA	265
4.5.1	<i>Descrizione dell'esperimento e ricerche di riferimento.....</i>	267
4.5.2	<i>Osservazioni durante la sperimentazione.....</i>	268
4.5.3	<i>Composizione del campione</i>	269
4.5.4	<i>Efficacia del trattamento sperimentale sulle performance.....</i>	269
4.5.5	<i>Anova Test e analisi dei risultati:.....</i>	270
4.5.6	<i>Efficacia trattamento sperimentale per il raggiungimento degli obiettivi didattici.....</i>	274
4.5.7	<i>Efficacia trattamento sperimentale per compiti di problem solving dopo 7 giorni (dps-t)</i>	278
4.5.8	<i>Analisi dell'esperienza utente (UX) per le due condizioni di apprendimento.....</i>	281
4.5.9	<i>Analisi dei risultati per il gruppo aggregato e UX analysis per Ripetenti (Rip) e In Corso (IC)</i>	282

5	CAPITOLO 5° – RIFLESSIONI CONCLUSIVE.....	287
5.1	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE RELATIVE ALLA SPERIMENTAZIONE:	287
5.2	CONSIDERAZIONI PEDAGOGICHE SUL MODELLO DI 1-TO-1 COMPUTING: L'IMPORTANZA DEL MASTERY LEARNING.....	290
5.3	USARE GLI LO IN CLASSI 1-TO-1: L'IPOTESI <i>FLIP YOUR CLASSROOM</i>	292
5.4	UN ESEMPIO DI SEQUENZA DIDATTICA PER USARE I LO IN CLASSE	294
5.5	UN ANNO DI RICERCA IN URUGUAY: CONSIDERAZIONI	296
5.6	PICCOLI MIRACOLI QUOTIDIANI CON LA DIDATTICA MULTIMEDIALE: DIARIO DI UNA GIORNATA DI SPERIMENTAZIONE.....	299
	APPENDICE “A”: “AUTOAPPRENDIMENTO E PEER TO PEER VS DIDATTICA TRADIZIONALE ETERODIRETTA”	303
	APPENDICE B - INTERVISTE SEMISTRUTTURATE A INSEGNANTI E DIRETTORI SCOLASTICI.....	319
	BIBLIOGRAFIA	324
	INDICE DELLE FIGURE.....	335
	INDICE DELLE TABELLE	339

Introduzione: comunicazione e apprendimento nella società della rivoluzione digitale.

“ [...] invece di organizzare la conoscenza secondo schemi ordinati, la società dell’informazione offre un enorme quantità di segni decontestualizzati, connessi tra loro in modalità più o meno casuale. [...] Per riassumere: se si distribuisce una crescente quantità di informazioni ad una velocità anch’essa crescente diventa sempre più difficile creare narrazioni, ordini e sequenze evolutive. C’è il rischio che i frammenti prendano il sopravvento con conseguenze rilevanti sul modo di rapportarsi al sapere, al lavoro e allo stile di vita in senso lato.”

H.Eriksen, Tempo Tiranno

La Network Society

Rivoluzione. Rivoluzione è una delle parole più usate ed abusate per sintetizzare gli effetti radicali conseguenti alla diffusione capillare e globale delle tecnologie digitali. Un fenomeno *emergente* che investe e modifica in profondità economia, finanza, movimenti politici, educazione. Tutte queste sfere sono soggette a una trasformazione ormai inarrestabile causata dai processi di globalizzazione dei mercati e accelerata dalle tecnologie IT (Information Technology) e ICT (Internet & Communication Technology).

Così come durante la rivoluzione industriale, le imprese, i sindacati, i partiti e le organizzazioni in genere mutuarono lo schema gerarchico-piramidale dello Stato-nazione per integrarsi o contrapporsi ad esso, durante *l’era dell’informazione* è il modello reticolare che diventa concetto operativo perché permette ai propri nodi, siano essi persone o risorse informative di ricombinarsi in maglie fluide funzionali ai compiti e agli obiettivi che le circostanze richiedono.

L'introduzione delle tecnologie digitali e delle reti porta con sé una considerevole carica libertaria e sembra consegnare direttamente nelle mani delle persone il potere di plasmare e ristrutturare il proprio spazio antropologico di esistenza (P.Lèvy 1996). Questa tecnostruttura fatta di persone, informazione, connessioni wireless, terminali sempre più potenti, portabili e usabili (si pensi ai *tablet* o agli *smartphone*) diventa essa stessa canale e strumento di moltiplicazione virale dell'imperativo categorico dei Network.

In particolar modo è stata la diffusione del World Wide Web, la ragnatela di documenti e servizi che avvolge il mondo dalla Silicon Valley californiana all'indiana Bangalore che ci ha spinto a cambiare molti dei nostri comportamenti quotidiani. Sono cambiati il modo di creare e distribuire le informazioni, il modo di comunicare e gestire i nostri contatti attraverso la mediazione di nuovi strumenti e interfacce, le modalità di fare acquisti o prenotare i nostri viaggi. Nuovi gesti, nuovi riti individuali e collettivi prendono forma nel teatro del web e *marchi* come Google, Facebook, eBay e Wikipedia forniscono una scenografia ubiqua e si affermano – nel bene e nel male – come riferimenti condivisi sul piano culturale, dei luoghi immaginari dove intrattenere relazioni, trovare informazioni o effettuare transazioni.

Sostiene Castells (2002) che la nascita della *società in rete* passa necessariamente dall'accesso di massa alla Rete stessa; oggi troviamo conferma di questa premessa nella diffusione del cosiddetto Web 2.0, una mutazione in senso *social* del web originario basata sull'esaltazione della condivisione, della dimensione inclusiva, dell'autorialità diretta rispetto alla mera fruizione che ha caratterizzato il web dei vent'anni precedenti.

I *social network*¹ sono il cuore pulsante del Web 2.0 e, come preconizzava De Kerckhove (1993), si configurano come una sorta di sistema nervoso globale; un "interstruttura mentale"² a cognizione distribuita in cui convergono tutti i processi individuali e collettivi più critici: mobilitazione e spostamento di risorse materiali e immateriali, circolazione di capitale, creazione e diffusione della conoscenza, organizzazione delle imprese commerciali e dei movimenti sociali. Il meta-servizio

¹ La diffusione del web e del termine *social network* ha creato negli ultimi anni un'ambiguità di

² Secondo De Kerckhove (1993) un *interbrainframe*

Web 2.0 è ormai divenuto una tecnostruttura che abilita la nascita di una *cultura della partecipazione* (Jenkins 2010) dove l'informazione viene generata, condivisa e remixata senza soluzione di continuità dagli utenti, i veri produttori di valore in termini di capitale cognitivo e sociale.

Oggi la rete e i computer sono gli elementi abilitanti di base per la creazione e diffusione di valore, paragonabili a ciò che sono stati l'elettricità e il motore elettrico per la meccanizzazione di massa della seconda rivoluzione industriale. Negli ultimi trenta anni la diffusione dei microcalcolatori è stato il prerequisito dello sviluppo delle reti. E se il PC e i suoi derivati si possono considerare come una sorta di psico-tecnologia (De Kerckhove 1995), una protesi mentale in grado di potenziare le funzioni cognitive (computazione, risoluzione di problemi complessi, memorizzazione), le reti si possono pensare come *tecnologie-relazionali* abilitanti per costruire social network organizzati dal basso ed innescare processi di *peering* ovvero collaborazione/cooperazione tra pari (Tapscott 2008).

Questo isomorfismo dinamico che permette alla società e alle tecnologie di rete di coevolvere influenzandosi reciprocamente è alla base della *società dell'informazione* e il suo sviluppo porta con sé una serie di esternalità positive e negative. L'adozione dei network come modello implica delle turbolenze, che possono generare e sostenere uno stato di mutamento/crisi continuo. Credo che sia per questo che il ricorso al termine *rivoluzione* è tanto diffuso e per certi versi giustificato³.

Quando si valuta il potenziale delle reti dal punto di vista degli attori che entrano a farne parte, si parla di *esternalità positive*: ad esempio è un valore la moltiplicazione esponenziale delle possibilità di connettersi ad altri membri; esternalità positiva è l'accesso a una molteplicità di risorse (capitale umano con

³ La rete diventa come l'acqua, una risorsa di base e auspicabilmente un *bene comune*, la tecnologia abilitante che può innescare spirali virtuose per la crescita di un Paese. Purtroppo un esempio di miopia di governo nell'uso delle reti nel Nord del mondo viene proprio dall'Italia: nonostante che nel nostro Paese non ci sia stata una politica di incentivo di alcun tipo, dal 2005 al 2009 l'economia digitale ha contribuito per il 14% alla crescita del PIL e negli ultimi 15 anni ha creato in autonomia circa 700.000 nuovi posti di lavoro collegati al Web (al netto degli impieghi persi un contributo di 320.000 unità). Al vertice della classifica dell'indice di "prontezza sulle reti" c'è come prevedibile la Svezia (5,94) che precede Singapore (5,86) e Finlandia (5,81). Attualmente l'economia digitale costituisce per l'Italia solo il 2% del PIL, mentre ad esempio in Francia pesa oltre il 3%. Si stima che L'economia digitale italiana possa arrivare a contribuire fino al 4% del PIL con un impatto indiretto, calcola lo studio, di ulteriori 20 miliardi di euro. [da una ricerca condotta da Ericsson, Arthur D. Little e dalla Chalmers University of Technology]

annesse competenze, conoscenze, informazioni, ma anche risorse fisiche e naturali). E' proprio grazie alla geometria trasversale dei network e alla condivisione delle risorse che tutto questo è possibile. Internet diviene un *mass medium* il cui valore si esprime in termini di *relazioni* e dipende esponenzialmente dal numero di membri che vi partecipano⁴.

L'integrazione in rete di tutti gli attori del mercato: produttori, *shareholders* (es. azionisti) e *stakeholders* (dipendenti, fornitori, consumatori) comporta vantaggi innegabili in termini di efficienza organizzativa e riduzione dei costi lungo l'intera catena del valore.

Essere in rete significa collegare la produzione alle richieste dirette dei clienti/utenti in termini di quantità e qualità. Essere in rete comporta la modificazione della funzione di ricerca e sviluppo tradizionale che ora corre parallela e in tempo reale con la produzione e diventa liquida, spesso esternalizzata attraverso il *prosuming* (Tapscott 2008) con il coinvolgimento diretto dei clienti come parte del processo di miglioramento dei prodotti.

Ma la rete non è evidentemente la panacea di ogni male. E sempre più spesso la discussione politica intorno all'impatto delle nuove tecnologie si polarizza agli estremi: si fronteggiano in sterili contrapposizioni tecno-utopisti ed evangelisti del verbo digitale contro neo-primitivisti e neo-luddisti (Zerzan 2001).

Gli effetti di rete possono costituire anche *esternalità negative* poiché la caratteristica peculiare dei network è la capacità di includere gli elementi/nodi che per il network stesso sono portatori di valore ed escludere in forme anche radicali tutti gli altri attori considerati improduttivi, dei consumatori non spendibili da un punto di vista di valore cognitivo, economico o in termini di risorse umane e naturali.

Per questa capacità di polarizzare la dinamica *inclusione* Vs *esclusione* l'età dell'informazione si configura anche come "era dell'accesso" (Rifkin 2001). Una società basata sul paradigma tecnologico dell'*informazionalismo* (Castells 2002) che inibisce l'accesso alle risorse e ai processi produttivi a tutti i soggetti

⁴ Definita da Robert Metcalfe, l'ideatore delle reti Ethernet, la Legge di Metcalfe afferma che "L'utilità e il valore di una rete sono pari ad $n^2 - n$ dove n è il numero degli utenti"

considerati “inutili” ai fini dell’espansione del PIL globale. L’immagine della Rete così descritta perde i tratti somatici dello strumento eticamente democratico ed acquisisce al contrario un carattere strumentale, direi “agnostico” rispetto alla relazione mezzi/fini.

Network Society e globalizzazione: lo scenario socio-politico

La globalizzazione dei mercati, un tempo vorace e inarrestabile è oggi una funzione stabile e strutturale del sistema economico mondiale che ha inizialmente avvantaggiato gli USA e l’Europa che l’hanno promossa portando ad un’allargamento della forbice sociale tra Nord e Sud e aumentando il gap tecnologico e culturale oltre che economico e finanziario a sfavore dei paesi in via di sviluppo.

In un secondo momento, nella fase iniziale del XXI secolo, la conseguenza più macroscopica di tale processo è stata la migrazione dei capitali verso le economie emergenti dei cosiddetti BRICS⁵: Brasile, Russia, India, Cina, Sudafrica. Questi paesi hanno in comune un territorio esteso con abbondanti risorse naturali ed energetiche e una popolazione numerosa che spinge una forte crescita del PIL alla conquista di sempre maggiori quote del commercio mondiale. I risultati di questo processo parlano chiaro: i BRICS si apprestano a diventare i veri riferimenti mondiali per il futuro delle economie mentre il continente africano, escluso il Sudafrica, viene isolato da ogni punto di vista. Nel frattempo l’Europa⁶ e gli USA tentano di “galleggiare” in balia dei continui shock finanziari⁷ che si propagano ad ondate continue e richiedono l’iniezione sui mercati di incredibili quantità di denaro pubblico.

Contemporaneamente i maggiori organismi internazionali come Fondo Monetario e Banca Mondiale, spingono i paesi in via di sviluppo (e nell’ultimo biennio anche i paesi europei in difficoltà) a cosiddette “politiche di aggiustamento strutturale” che

⁵ Relazione della banca d’investimenti Goldman Sachs del 2003 - Dreaming with BRICs: The Path to 2050; « Global Economics. Paper» n. 99, The Goldman Sachs Group, Inc., 1st October 2003.

⁶ PIIGS=Portogallo, Irlanda, Italia, Grecia, Spagna: sono i Paesi europei caratterizzati da una scarsa competitività dell’economia nazionale che rende la capacità di ripagare l’elevato debito pubblico mettendo a rischio la stabilità dell’economia mondiale

⁷ Naomi Klein, Shock economy, Rizzoli editore, 2007.

impongono di fatto un commissariamento della democrazia, un taglio netto alle spese sociali e alle pratiche compensative di welfare.

Si puo'davvero parlare di rivoluzione? Il *digital divide* e la *digital inequality*

Anche se la forbice tra Nord e Sud del mondo non è necessariamente così netta, dato che i paesi BRICS stanno modificando gli assetti politico-economici, esiste tuttora il fenomeno del *digital divide*⁸ o *divario digitale*, che esprime la distanza esistente tra chi ha accesso effettivo alle tecnologie dell'informazione (personal computer e banda internet) e chi ne è escluso in modo parziale o totale. I motivi di emarginazione comprendono diverse variabili: status socioeconomico, livello d'istruzione, qualità delle infrastrutture del contesto, differenze di età o di sesso, appartenenza a diversi gruppi etnici, provenienza geografica. Come sintetizzava Al Gore “[...] *Se l'apartheid digitale persiste, siamo tutti sconfitti. Gli esclusi dal digitale saranno più poveri, più che mai diffidenti nel progresso e non diverranno quei lavoratori specializzati o potenziali consumatori necessari per la crescita della economia di Internet. Per questo il settore privato è ansioso di far crollare il muro tra gli inclusi e gli esclusi dal digitale*”⁹.

Questa barriera si presenta in molte forme a volte sfuggendo alla stessa definizione di divario digitale secondo la quale la discriminante è necessariamente tra *chi è dentro* e *chi è fuori* perché la disparità può essere ricondotta anche all'acquisizione di risorse o capacità necessarie a partecipare alla società dell'informazione. L'esempio cinese è emblematico e si manifesta con la “Grande Muraglia Digitale”¹⁰: un sistema di filtri software (costruito in collaborazione indiretta con i sedicenti libertari Google Labs) che tenta con relativo successo di controllare l'accesso alle informazioni al più numeroso popolo del mondo, fornendogli una versione del web ridotta ed edulcorata.

In questo e in moltri altri casi è necessario porre una crescente attenzione alle differenze nell'uso consapevole delle nuove tecnologie della comunicazione da parte di chi “è dentro” dato che anche i fattori qualitativi concorrono a plasmare la

⁸ IATE, banca dati multilingue dell'UE. digital divide(en)-divario digitale (it)

⁹ Discorso di Al Gore, 10 ottobre 1996, Knoxville, Tennessee)

¹⁰ <http://punto-informatico.it/3065529/PI/News/cina-un-anno-grande-muraglia-digitale.aspx>

disuguaglianza di status socioeconomico. Il quadro teorico che estende il concetto di *digital divide* oltre il problema dell'accesso fisico identifica le *competenze digitali* come strumento fondamentale per l'inclusione sociale e lo sviluppo professionale delle persone (Van Dijk 2005). Il *secondo livello del digital divide* (Hargittai 2002) si può definire come *digital inequality* ponendo in evidenza le differenze non solo nell'accesso ma nella qualità dell'uso e nelle differenze effettive di competenze digitali tra i generi e i segmenti sociali della popolazione, a seconda delle disparità economiche, educative, geografiche e demografiche (Gui, 2007).

ICT4E e e-Learning come leva democratica per compensare *digital divide* e *digital inequality*

Da quando mi sono avvicinato al tema della disuguaglianza digitale e alla sua relazione con i livelli di penetrazione del web nella società ho parallelamente rivolto lo sguardo verso l'*e-learning* come strategia organizzativa per la diffusione e l'acquisizione del sapere; immagino le nuove tecnologie didattiche come *leva democratica* per l'inclusione nei processi educativi in quanto attraverso le reti è possibile avvalersi di economie di scala per comprimere i costi di accesso e di erogazione degli interventi formativi.

Esistono migliaia di iniziative volte ad utilizzare il web e i contenuti multimediali come amplificatore e diffusore dei processi di apprendimento e questi interventi vengono comunemente sintetizzati nell'acronimo ICT4E, ovvero ICT for Education. Ma cosa significa educare all'uso delle reti? Come è possibile insegnare e apprendere attraverso le nuove tecnologie? Esistono diversi filoni di intervento che potremmo ridurre in questa breve introduzione a quattro livelli:

- Interventi di *media education* (vedi capitolo 2) che secondo Rivoltella (2001) vanno esercitati sulle istituzioni, sulla società civile, sugli educatori (genitori e insegnanti), sui media stessi su tre livelli:
 - *Educativo*, l'educazione al senso critico in relazione ai messaggi e pratiche dei media
 - *Etico*, che richiama il concetto di responsabilità nella fruizione
 - *Istituzionale*, ci si rivolge alle politiche di regolamentazione dei media e di formazione attraverso la scuola
- Interventi volti a dotare i discenti di *dispositivi hardware* che possono essere usati come amplificatori delle funzioni apprenditive e di comunicazione; possono assumere varie forme come *pc*, *netbook*, *eBook reader* o *tablet* e particolare rilievo

ha il modello di distribuzione denominato *1-to-1 computing* che prevede che ogni bambino/discente posseda uno strumento digitale per l'apprendimento.

- Interventi volti alla creazione e condivisione di *contenuti didattici*: come i *repository* per i *learning object*¹¹ [LO], Wikipedia che si è rapidamente accreditata come l'unica vera enciclopedia libera globale o l'archivio video di Youtube.
- Interventi volti a fornire ai discenti *ambienti per l'apprendimento* complementari o sostitutivi delle interazioni in presenza come i sempre più diffusi *Learning Management System* (LMS) come Moodle¹² o le piattaforme 2.0 (come le google apps¹³)

Come si è accennato in precedenza, in una *era dell'accesso* è necessario possedere le chiavi di ingresso per partecipare dei vantaggi della società dell'informazione poiché la rete redistribuisce valore come in un gioco a guadagno condiviso, *solo se* si è nodi della rete stessa.

Qui risiede l'annoso problema del *digital divide*: come "far entrare chi è ancora fuori?" e come educare ad un uso consapevole per una corretta transizione al digitale?

Parafrasando la celebre e affascinante definizione di *socialismo* di Pietro Nenni, è davvero possibile usare dei progetti di ICT4E "*per portare avanti tutti quelli che sono nati indietro*"?

Analizzando le condizioni delle persone che si trovano in condizione di povertà relativa e non beneficiano delle reti (non necessariamente si trovano nel Sud del mondo) in molti ipotizzano che per colmare un gap formativo importante e in espansione sia necessario un intervento d'urto, uno *shock* positivo supportato dalla diffusione capillare delle tecnologie digitali e seguito da un investimento nella continuità dell'azione con interventi di *media education*.

Di cosa necessita un bambino di un paese dell'Africa sub-sahariana o un adolescente degli stati andini per il suo apprendimento personalizzato? di cosa ha bisogno una giovane donna afghana per entrare in rete, accedere alle informazioni, apprendere conoscenze che possono migliorare le condizioni di salute ed

¹¹ "Un learning object è ogni risorsa digitale che può essere riutilizzata per supportare l'apprendimento" (D. A. Wiley). Si possono definire risorse per l'apprendimento di tipo modulare, autoconsistenti, riusabili in diversi contesti e con diversi dispositivi, e la loro diffusione si è dovuta alle esigenze di risparmio di tempi e costi nella fase di progettazione e produzione dei materiali didattici

¹² <http://www.moodle.org>

¹³ <http://www.google.com/apps/intl/it/edu/>

economiche per sé e per la sua famiglia? L'unica certezza (Rivoltella 2011) è che “gestire l'informazione, ricavarne conoscenza e ricavare questa conoscenza per risolvere problemi, sono competenze fondamentali per gli individui” o per dirla con Antonio Battro (2010) vi è la necessità impellente di coltivare *un'intelligenza digitale* sempre più matura e avvertita.

Credo non esista una ricetta univoca per ottenere queste competenze ma che piuttosto, per ogni progetto di ICT4E nel Sud del mondo sia necessario un mix bilanciato di ingredienti tra i quali non devono mancare:

1. L'accesso all'energia elettrica e la connettività ad internet relativamente stabile
2. L'accesso - o ancor meglio il possesso - di un dispositivo digitale che permetta di comunicare in rete e consenta la fruizione e la costruzione di contenuti digitali multimediali
3. La formazione permanente degli insegnanti che promuova l'utilizzo delle nuove tecnologie nei contesti educativi

Tra i progetti ICT4E interessanti per vastità ed originalità, in questa introduzione ne presenterò brevemente uno che risulta l'impatto sociale che sta ottenendo, sia per la discussione che ha suscitato nell'ambito dell'*Evidence Based Education (EBE)*¹⁴.

ICT4E e autoapprendimento: l'esempio della Khan Academy

La Khan Academy è un'organizzazione educativa non a scopo di lucro creata nel 2006 da Salman Khan, ingegnere statunitense originario del Bangladesh. E' importante parlarne perché è un'iniziativa ICT4E nata con l'obiettivo dichiarato di "*fornire un'educazione di alta qualità a chiunque e dovunque*"¹⁵ e pare che si sia avviata verso il raggiungimento dei propri scopi molto rapidamente, dato che secondo un'analisi statistica degli accessi effettuata nel dicembre 2010, i corsi dell'Academy, gratuiti e senza pubblicità, hanno registrato *quattro milioni* di utenti unici al mese. Oggi il finanziamento del progetto avviene con donazioni su base volontaria, il cui ammontare si aggira approssimativamente intorno ai

¹⁴ Evidence Based Education: orientamento della ricerca educativa mutuato dall'ambito medico che si fonda sul saper utilizzare, comparare e sintetizzare i risultati di una ricerca scientifica per produrre una sintesi delle conoscenze su un certo problema (Calvani 2011a).

¹⁵ Wikipedia. (2011). Khan Academy. *Educational Technology*. Retrieved from <http://www.khanacademy.org>

150.000\$ l'anno. Nel mese di Settembre 2010, il colosso statunitense Google¹⁶ ha annunciato la donazione di 2 milioni di dollari alla Khan Academy, allo scopo di facilitare la creazione di nuovi corsi e di consentire la traduzione delle lezioni di base nelle principali lingue del mondo.

Il sito dell'organizzazione raccoglie (ad oggi, aprile 2012) oltre 3000 video-lezioni, caricate attraverso YouTube¹⁷, che toccano un'ampia gamma di discipline (matematica, storia, finanza, fisica, chimica, biologia, astronomia, economia). Ogni lezione non è altro che un *learning object* in modalità di autoistruzione, con una voce narrante che spiega passo-passo concetti estremamente complessi, ma con una modalità informale e senza la presenza fisica di un tutor. Ciascuna lezione dura all'incirca dieci minuti (la breve durata è indice dell'alta *granularità* dei LO) e non prevede interattività se non nel controllo del ritmo della presentazione. Pare che i ragazzi esprimano giudizi positivi rispetto a queste modalità per due motivi:

- gli studenti possono fermare e rivederne delle parti poco chiare (mentre con una lezione 'classica' non sarebbe possibile)
- gli studenti non sentono la presenza dell'adulto come *detentore del sapere* e possono approcciarsi a conoscenze articolate con il proprio ritmo.

Il dibattito ovviamente si è polarizzato: da un lato una pletora di sostenitori del valore in termine di capitale cognitivo che *l'academy* rende disponibile gratuitamente in rete socializzando la conoscenza di un docente sui generis che ha tre lauree al Massachusetts Institute of Technology (matematica, ingegneria, elettronica e informatica) e ha conseguito un MBA alla Harvard Business School.

Dall'altro lato ci sono i critici¹⁸ che sostengono che questa modalità erogativa, pur essendo ergonomica per l'apprendimento, diffonda un modello di acquisizione puramente ricettivo e passivo, scoraggiando il pensiero critico e la ricerca di soluzioni creative.

¹⁶ Nel quadro del "Project 10 to the 100 " <http://www.google.com/onceuponatime/project10tothe100/>

¹⁷ About Us: Frequently Asked Questions. Khan Academy, 2010; <http://www.khanacademy.org/about/faq>

¹⁸ Giovanni Bonaiuti, <http://people.unica.it/gbonaiuti/criticare-khan-academy/>

“[...] Khan Academy is not education reform and it is nothing special or new. It is actually bad pedagogy. Learning needs to be interactive and student centered. Video lectures are neither.”¹⁹

In realtà questa critica non tiene conto dell'aspetto più innovativo del sistema Khan che trova espressione nel dominio della matematica. Oltre alle video lezioni sono presenti sul sito una serie di esercizi algoritmici correlati ai *learning object* trasmessi via youtube. Questi esercizi sono di tipo adattivo e progressivo e sono strutturati con un sistema di premi e ricompense simboliche (*social badges*) che configurano gli esercizi come un *videogame sociale*. In tale ambiente interattivo lo studente è impegnato in una progressione interattiva e dinamica tra lezioni ed esercizi, ma non è solo di fronte al video. E' co-presente con lui un'intera comunità di suoi pari che si sfida in un gioco realmente a guadagno condiviso dove il riconoscimento sociale dell'intelligenza e dei progressi è il primo premio in palio. Il valore della Khan Academy non consiste nello spingere gli studenti al solipsismo educativo o ad evitare la relazione frontale con pari e insegnanti; al contrario i *learning object* di Khan possono essere utilizzati prima della lezione a casa o in classe come *anticipatori* (Ausubel 1978) con funzione di scaffolding²⁰ cognitiva per facilitare l'apprendimento e rendere più efficace la lezione guidata dal docente, ora più libero di individualizzare l'azione didattica per i suoi studenti.

¹⁹ David Andrade, “Educational Technology guy”; <http://educationaltechnologyguy.blogspot.it/>

²⁰ Scaffolding (glossario Calvani 2011a): tutti quei sostegni umani, tecnici e organizzativi che sostengono lo studente nel conseguimento di abilità e competenze finalizzate a conseguire gli obiettivi formativi; questa impalcatura include le procedure, l'esecuzione, gli organizzatori grafici e gli schemi. È sempre importante fornire agli allievi una struttura di contenuti con un'introduzione, una parte interna argomentativa e una conclusione.

Obiettivi della tesi e struttura dell'opera:

Con questa introduzione si è voluto descrivere per sommi capi lo scenario offerto dalla *società dell'informazione* basata sulle reti, sottolineando i possibili vantaggi che comporta a livello sociale (potenziale libertario, culture partecipative, economia di scala) e le problematiche ad essa connesse come la dicotomia *in/out* sintetizzabile con la categoria del *digital divide* e la questione aperta delle competenze alla base della *digital inequality*.

Considerando che il divario di accesso e qualità nell'uso del web e delle reti sociali coinvolge decine di milioni di persone, ho creduto importante parlare delle iniziative compensative di ICT4E e del loro obiettivo dichiarato di mediare la transizione al digitale favorendo l'accesso all'educazione anche grazie alle nuove tecnologie. Questi progetti di *e-learning solidale* e *media education* mirano ad abbattere le *barriere in entrata* ai servizi formativi e ad accompagnare gradualmente (ma con una certa premura) chi non ha le possibilità o le competenze necessarie, ponendo le radici per una sorta di *welfare digitale* offerto dalla rete stessa.

Si è accennato brevemente al *1-to-1 Computing* che mira a creare reti per l'educazione *peer to peer* fornendo a tutti i discenti di un dato sistema educativo, un dispositivo digitale personale per l'educazione. Tale modello è lo stato dell'arte in termini di ICT4E ed è la pratica che al momento coinvolge il maggior numero di discenti dei paesi in via di sviluppo, pertanto ha potenzialmente le ricadute più importanti in termini educativi e di cambio sociale.

Inoltre il modello 1:1, essendo una vera e propria infrastruttura di social networking:

- consente di raggiungere obiettivi formativi collaborando e comunicando rapidamente
- offre la forma più veloce ed efficiente per distribuire a livello capillare i contenuti didattici multimediali
- consente l'accesso a risorse libere per l'apprendimento(OER)²¹.

²¹ Le "Open educational resources" (OER) sono materiali didattici e risorse offerte gratuitamente e in formato open a chiunque che può usarli, modificarli, migliorarli e ridistribuirli. Comprendono materiale didattico e Learning Objects fino ad includere pratiche didattiche, cioè nuovi modi di agire nei confronti degli studenti, nuovi tipi di relazione fra insegnanti e allievi. Questa la definizione delle OER dell'OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development): 1)Open courseware and content; 2)Open

Considerando che sia i progetti ICT4E di 1-to-1 computing che i sistemi di diffusione di contenuti come la Khan Academy coinvolgono ormai milioni di persone in tutto il mondo, credo sia indispensabile che queste iniziative siano implementate a partire dall'*evidenza scientifica* in termini di *efficacia, efficienza per l'apprendimento e soddisfazione* dei partecipanti al fine di non incorrere in inevitabili frustrazioni delle aspettative di organizzatori e studenti, con conseguenti sprechi di scarse e preziose risorse.

A questo proposito gli obiettivi principali di questo lavoro si ispirano alla già citata *Evidence Based Education* e sono:

- l'individuazione e la validazione sperimentale di un modello per progettare *learning object* secondo i sopra esposti criteri di *efficacia, efficienza e soddisfazione* (*Instructional Content Design*)
- la ricerca dei *learning setting* più appropriati per usare i learning object in classi reali, di contesti di apprendimento che applicano il *1-to-1 computing*
- l'indicazione di linee guida di *media education* per gli insegnanti che si trovano ad operare in contesti critici (es. paesi in via di sviluppo, povertà relativa) e che devono adottare supporti e contenuti digitali in classe

La scansione della tesi è la seguente:

- **Capitolo 1 - ICT4E: il modello 1-to-1 computing;** si descriverà la prima e più celebre implementazione di 1:1 che è il progetto One Laptop Per Child sottolineando punti di forza e criticità e introducendo il concetto di PLE-Personal Learning Environment
- **Capitolo 2 – La progettazione dei contenuti multimediali per l'apprendimento e il Multimedia Learning Design;** in questa sezione si introdurrà lo stato dell'arte della ricerca applicata inerente l'*Instructional Content Design* spaziando dalle tecniche di visualizzazione *infografica* alle basi teoriche dell'apprendimento multimediale per concludere con la progettazione dell'esperienza utente (UX=User Experience)
- **Capitolo 3 - Valutazione sperimentale dell'efficacia dei learning object in un contesto 1:1;** verrà presentata una ricerca di pedagogia sperimentale durata circa un anno e svolta personalmente in Uruguay, che adotta il modello OLPC su scala nazionale. Verranno esposte le ragioni della scelta di questo contesto, l'indagine qualitativa preliminare e la metodologia sperimentale adottata per valutare l'adozione dei learning object in classi di *contesto critico*.
- **Capitolo 4 - Evidence Based Education: i risultati della sperimentazione;** in questo capitolo si approfondiranno i risultati dei cinque esperimenti svolti nelle periferie più marginali di Montevideo (UY) coinvolgendo circa 360 ragazzi tra i 12 e i 14 anni

software tools; 3)Open material for e-learning capacity building of faculty staff; 4)Repositories of learning objects; 5)free educational courses. http://en.wikipedia.org/wiki/Open_educational_resources

- **Capitolo 5 – Riflessioni conclusive;** verranno esposti i risultati di sintesi derivanti dalla comparazione delle cinque condizioni sperimentali testate e si daranno indicazioni di progettazione didattica per migliorare l'esperienza di apprendimento attraverso l'uso di contenuti didattici multimediali e laptop per l'educazione.

1 Capitolo 1° - ICT4E: il modello 1-to-1 computing

L'utilizzo delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione nel settore dell'istruzione (ICT4E) è radicato nella prassi educativa (dal libro stampato, alla radio, la televisione e ora internet) e riceve una quantità sempre maggiore di interesse da parte di governi e ONG perché è evidente quanto l'educazione e il potenziamento delle facoltà cognitive ad essa correlato, siano potenti fattori di trasformazione sociale.

Si è detto che gli interventi ICT4E possono essere di diversa natura e puntare all'arricchimento tecnologico della didattica degli insegnanti oppure direttamente al discente e alle sue necessità. E' in questa prospettiva che suscita interesse e si diffonde il cosiddetto approccio "1-to-1" ("One-to-One", "1:1"). Tale modello è costruito attorno al concetto chiave che ogni *utente* presente in un contesto educativo, nello specifico *alunni e insegnanti*, deve avere accesso a un dispositivo digitale personale per lo studio e la comunicazione al fine di abilitare processi di *peering* e crescita collaborativa.

Ad oggi la maggior parte delle iniziative 1-to-1 sono state attuate con i computer portatili o netbook, come gli XO Laptop²² del piano *One Laptop per Child* e i Classmate PC su iniziativa di Intel con il *World Ahead Program*²³. Con la crescente disponibilità e popolarità di altri dispositivi ICT, quali, telefoni cellulari, lettori e-book e tablet pc, non è utile concentrarsi solo sull'artefatto laptop bensì sul social network sotteso alla distribuzione del device digitale in oggetto dato che l'esperienza d'uso può essere diffusa e con più dispositivi.

I tre criteri base che determinino il modello 1:1 rispetto ad altri tipi di intervento sono:

- la distribuzione di un dispositivo personale per ogni utente.
- Le dimensioni significative dell'iniziativa tendenti alla *saturazione digitale* del contesto di applicazione (vedi la descrizione dettagliata del progetto OLPC nel paragrafo 1.1); sia esso una regione, una città, uno stato, una nazione
- L'indipendenza rispetto alla tecnologia distribuita.

²² <http://www.laptop.org>

²³ <http://www.intel.com/content/www/us/en/company-overview/world-ahead.html>

Una possibile valutazione del potenziale di successo e dello stato evolutivo dei progetti si basa su sei criteri per progetti di educazione nei paesi in via di sviluppo ed è stata ideata all'inizio del 2010 da Tanja Kohn, una ricercatrice presso l'Università di Innsbruck. Tale schema è oggi discretamente accettato dagli operatori del settore e dai ricercatori come testimonia la sua adozione per la mappatura globale degli interventi 1:1 sul sito <http://www.edutechdebate.org>.

Le dimensioni che possono avere valore descrittivo dello stato dell'arte di un progetto e fornire previsioni di successo futuro sono:

1. **Infrastruttura tecnologica:** definisce il livello di penetrazione delle reti di forniture di servizi tecnologici sul territorio in termini di quantità e stabilità nell'erogazione di energia elettrica e connettività internet per le scuole e le case di studenti e insegnanti; è il prerequisito, il fattore abilitante per l'implementazione di un servizio 1:1.
2. **Sistemi di manutenzione:** è indispensabile per ridurre gli "attriti" ed evitare blocchi individuali e di gruppo nel processo di apprendimento; non da meno, un servizio di manutenzione efficiente dei *device* influisce positivamente contro le resistenze all'accettazione dell'introduzione della tecnologia in aula da parte degli insegnanti.
3. **Contenuti e materiali didattici:** è una delle criticità maggiori riportata nei progetti ICT4E in quanto gli oggetti multimediali di appoggio danno sicurezza a insegnanti e studenti e forniscono una base rapida per far partire il progetto limitando la curva di apprendimento di nuovo software di *authoring*; si includono una vasta serie di artefatti cognitivi tra cui *ebook*, *learning object*, *learning activities*, *apps* e spesso sono connessi direttamente agli obiettivi curriculari.
4. **Inclusione della comunità:** come conferma il progetto OLPC in Uruguay (vedi 3.1), per ottenere un *cambio sociale* bisogna che ci sia *partecipazione sociale*, attivando dinamiche *top-down* (indicazioni ministeriali e finanziamenti governativi) e *bottom-up* (sostegno di associazioni e ONG per fornire contributi in area socioeducativa).
5. **Formazione degli insegnanti:** trattandosi di progetti 1-to-1 in cui il destinatario privilegiato delle azioni è il bambino, si corre il rischio di marginalizzare o coinvolgere solo in un secondo momento il corpo insegnante nella progettazione didattica per l'integrazione delle ICT in aula. Sono necessarie attività formative di *media education* volte a fornire competenze di base per l'utilizzo dei *device*, competenze di *instructional design* per progettare attività potenziate dai nuovi media in aula, competenze di base per la scelta e la creazione di materiali didattici digitali.

- **Valutazione di impatto:** *ex ante* per valutare la fattibilità dei progetti, *in itinere* per calibrare l'azione in corso attraverso i feedback bottom-up ed *ex-post* per ridisegnare in forma più corretta i futuri *deployment* all'insegna dell'efficienza economica, dell'efficacia formativa, della progettazione di positive esperienze utente rispetto all'applicazione del modello.

Di seguito si fornirà una panoramica sintetica a partire da un censimento dei progetti 1-to-1 in corso presente sul sito www.edutechdebate.com , nella consapevolezza che mancano in questa breve introduzione molte esperienze per le quali non sono disponibili dati ufficiali; ad esempio si è a conoscenza di deployment in Cile, Georgia, Honduras, India, Malaysia, Nigeria, Russia, Corea del Sud di cui per il momento mancano informazioni affidabili. L'America Latina in tre anni si è posta come il continente che procede più rapidamente con le implementazioni dei progetti 1:1 distribuendo i due dispositivi più utilizzati che come si è detto sono la serie XO Laptop di OLPC (circa 2,5 milioni) e Classmate Intel (il sito ufficiale, probabilmente ottimista quanto il sito ufficiale di OLPC, afferma una diffusione di più di 6 milioni di esemplari).

Tabella 1-1 All 1-to-1 ICT4E Programs Around the World and Evaluation Metrics For Them²⁴

Continente	Progetto 1:1	Nazione	Diffusione territoriale	N°Unità	Technology	Destinatari	% saturazione	Inizio	Stato Deployment
Africa	OLPC Rwanda	Rwanda	countrywide	110000 / 200000	OLPC XO	primary schools	5% / 10% [2000000]	2007	completed / announced
Asia		Thailand	countrywide	860000	tablets	primary schools	16% [5400000]	2011	announced
	FATIH	Turkey	countrywide	12000 / 15000000	tablets	primary + secondary schools	0,1% / 100% [15000000]	2011	completed / in progress
	Procter & Gamble Philippines' e.Studyante	Philippines	countrywide	400 / 1000000	OLPC XO (to date)	primary schools	0% / 7% [13600000]	2011	in progress / announced
Europe		Portugal	countrywide	750000	Intel Classmate	primary schools	100% [750000]	2008	in progress
North America	Maine Learning Technology Initiative	USA	Maine	65000	Apple MacBooks	middle schools / high schools	100% / 55% [34000 / 54000]	2001	completed / in progress
	i21 initiative	USA	San Diego Unified School District	80000*	netbooks / tablets	primary + secondary schools	57% [140000]	2011	in progress
	Teaching and Learning Initiative	USA	Henrico County, Virginia	25000	Dell laptops	middle schools / high schools	100% [25000]	2002	completed
Latin America	Plan Ceibal	Uruguay	countrywide	510000	OLPC XO / Intel Classmate	primary + secondary schools	100% / 50% [350000 / 270000]	2007	completed / in progress
	Una Laptop Por Niño	Peru	countrywide	797000	OLPC XO	primary schools	21% [3800000]	2007	in progress
	Conectar Igualdad	Argentina	countrywide	1800000 / 3500000	Intel Classmate/netbooks	secondary schools	60% [3000000]	2010	completed / in progress
	OLPC La Rioja	Argentina	La Rioja	60000	OLPC XO	primary schools	unknown	2010	completed
		Venezuela	countrywide	500000* / 1000000	Intel Classmate	primary schools	14% / 28% [3500000]	2008	in progress (?)
		Brazil	countrywide	1500000	Intel Classmate	unknown	unknown	2010	announced
	Paraguay Educa	Paraguay	Caacupé	4000 (possibly more now)	OLPC XO	primary schools	unknown	2008	in progress
Oceania	National Secondary School Computer Fund	Australia	Countrywide	911000	Laptops, some tablets	Secondary Schools years 9-12	1	2008	Reaching initial completion
Caribbean	Form 1 Laptop per child	Trinidad & Tobago	Countrywide	16000	HP Notebooks	Secondary schools		2010	Completed

²⁴ Christoph Derndorfer, <https://edutechdebate.org/olpc-in-peru/all-1-to-1-ict4e-programs-around-the-world-and-evaluation-metrics-for-them/>

1.1 Dalla teoria alla pratica su larga scala: il progetto OLPC

La missione dell'associazione One Laptop per Child è di sviluppare un laptop a basso costo — il "laptop da 100 dollari" — per rivoluzionare il modo di educare i bambini nel mondo partendo da uno strumento personale che amplifichi la loro facoltà di esplorare, sperimentare ed esprimersi. La principale critica che viene posta a OLPC è sintetizzabile con una domanda: *“Perchè i bambini del sud del mondo dovrebbero aver bisogno di laptop?”* la risposta è semplice: Perchè rappresentano una finestra sul resto del mondo e uno strumento che li può aiutare a sviluppare rapidamente le proprie facoltà cognitive, creative e comunicative in modo attivo e attraverso l'esperienza diretta.

Ad oggi secondo il sito ufficiale www.laptop.org ci sono più di 2,4 milioni di bambini che possiedono e utilizzano quotidianamente i laptop per la didattica prodotti da OLPC principalmente in Paesi in via di sviluppo.

Secondo quanto dichiarato sul sito collaborativo dell'organizzazione²⁵ il progetto One Laptop Per Child è stato lanciato ufficialmente in Svizzera, nel gennaio 2005 dal suo fondatore Nicholas Negroponte al World Economic Forum di Davos. L'iniziativa è stata fondata da un gruppo di potenti organizzazioni e imprese produttrici del mondo dell'industria informatica (hardware, software e servizi digitali) tra le quali: *AMD, Brightstar, Chi Lin, eBay, Google, Marvell, NewsCorp, Nortel, Quanta, Red Hat, SES Astra*.

La missione dell'iniziativa si definisce chiaramente come "un progetto di educazione e per l'educazione" e non come "un progetto industriale di produzione di laptop"²⁶. Anche se il cuore simbolico è riconosciuto da tutta la comunità OLPC nel laptop low-cost noto come XO Laptop, l'idea di base è quella di un'educazione arricchita dalla tecnologia e posta senza mediazioni direttamente nelle mani dei bambini esclusi dal *digital divide* e dalle barriere economiche che li separano da un sistema educativo efficiente.

Come sintetizza abilmente Walter Bender, Presidente OLPC per Software e Contenuti in un'intervista online del 2007 *“One Laptop per Child è un progetto che*

²⁵ <http://wiki.laptop.org/go/Milestones>

²⁶ <http://laptop.org/en/vision/mission/>.

mira a trasformare l'educazione. Vuole dare ai bambini che non la possiedono l'opportunità di apprendere. Riguarda dunque l'accesso, l'equità e l'accesso per la prossima generazione nel terzo mondo ad un futuro luminoso ed aperto.". L'obiettivo non è solo economico ma di trasformazione sociale per creare opportunità educative per i bambini più poveri del globo; per questo è stato scelto di distribuire un pc speciale, nelle intenzioni dei designer progettato per la collaborazione "gioiosa" e per abilitare il potenziale di auto-apprendimento degli studenti.

1.2 I cinque principi cardine dell'iniziativa One Laptop Per Child²⁷

1.2.1 Appartenenza al bambino - "Indosso il mio XO come le mie scarpe"

Il laptop XO OLPC è progettato specificamente per i bambini della scuola primaria e, nonostante il suo basso costo, è un oggetto robusto ma non troppo potente, esteticamente attraente e abbastanza usabile dal punto di vista del design. Il bambino ha il *diritto fondamentale di proprietà* sul suo XO, con i compiti in termini di responsabilità che ne derivano, quali la tutela, la cura e la condivisione di questa apparecchiatura, probabilmente la prima di valore economico che entra nel contesto familiare. Grazie al fatto di possedere il computer portatile, i bambini si sentono liberi di personalizzarlo, in modo da adattare la macchina alle proprie preferenze ed esigenze. Una virtù chiave della XO è infatti l'uso gratuito del portatile anche a casa, in cui il bambino (e la famiglia) può aumentare significativamente il tempo a disposizione e rapidamente accelerare l'acquisizione delle competenze digitali.

1.2.2 Età scolare dei soggetti coinvolti - "mi prendo cura delle mie scarpe che mi accompagneranno per un lungo cammino"

L'XO è stato progettato per l'utilizzo da parte di bambini tra i 6 ei 12 anni, che copre gli anni della scuola primaria, ma nulla impedisce l'utilizzo fuori dai limiti di questo *range*. Secondo un'ingenua dichiarazione di intenti del sito, "i bambini non hanno bisogno di saper leggere o scrivere per iniziare a giocare con la XO". Oltre i toni enfatici, in effetti tutti possono accedere ai giochi educativi in esso presenti che sono potente leva motivazionale per l'apprendimento. Inoltre, queste attività digitali consentono di costruire le competenze di lettura e scrittura in forma

²⁷ tratti da http://wiki.laptop.org/go/Core_principles/ e liberamente commentati

induttiva attraverso l'imitazione e lo studio tra pari come dimostra anche il progetto *the hole in the wall* di Sugata Mitra²⁸.

1.2.3 Saturazione - “Una buona educazione è come una vaccinazione, raggiunge chiunque e protegge dall'intolleranza e l'ignoranza”.

OLPC si pone come veicolo di mediazione per superare le problematiche di educazione di base nei paesi in via di sviluppo attraverso *un balzo tecnologico generazionale*. Per raggiungere questo obiettivo è necessaria la cosiddetta “saturazione digitale” in un dato contesto per un'intera popolazione. La chiave è scegliere la scala migliore per ogni situazione. Può essere un'intera nazione come nel caso di Uruguay e Peru, oppure si possono scegliere scale di diffusione progressiva saturando regioni, città, comunità dove ogni bambino e ogni bambina ha il proprio computer portatile.

L'intera comunità è responsabile per il programma OLPC e bambini ricevono il sostegno di diverse istituzioni governative e non (gruppi di volontari e ONG). Dato che la connettività è una caratteristica di ogni laptop OLPC, l'obiettivo è di permettere la *riduzione del digital divide* in forma accelerata permettendo di creare “reti a maglie strette” proprio perché sature, senza zone grigie o disfunzionali. Con la saturazione delle scuole con i portatili, si trasforma la tecnologia in una variabile d'ambiente che è presente come impostazione di *default*, ma essendo presente con la stessa modalità in tutti gli istituti non diventa un tratto distintivo tra gli individui ma un simbolo identitario per la comunità.

Inoltre XO è un mezzo di inclusione sociale anche per i bambini con disabilità di apprendimento motorio dato che è possibile utilizzare il computer come una protesi per la letto-scrittura, la comunicazione aumentativa, la comunicazione mediata tramite chat (Mangiatordi 2010b).

1.2.4 Connessione – “Quando parliamo tra di noi, stiamo insieme”

XO è progettato per fornire una connessione alla rete integrata in tutte le sue funzioni. I computer portatili possono sfruttare anche una rete parallela a internet per condividere applicazioni attraverso network *mesh* attivabili solo con altri computer XO. Il potenziale di connettibilità di XO è molto elevato anche grazie a

²⁸ <http://www.hole-in-the-wall.com/>

due caratteristiche non direttamente legate alla trasmissione dati tra diverse macchine ma a qualità intrinseche al netbook:

- la batteria del computer portatile dura molte ore e può essere caricata anche a scuola con dispositivi comunitari che trasformano efficacemente energia meccanica in energia elettrica (caricatore a pedali) o con pannelli solari.
- Il display di XO consente l'utilizzo del portatile direttamente sotto la luce del sole, permettendo all'utente di lavorare al di fuori della classe o fuori di casa, e in ogni luogo pubblico aperto dove sono disponibili reti wi-fi.

La connettività elimina la barriera comunemente percepita tra ambiente formale e contesto informale consentendo ai bambini di rimanere collegati alla propria comunità educante (i pari e gli insegnanti) anche oltre l'aula istituzionale. OLPC immagina un nuovo tipo di scuola, la "scuola estesa" in grado di promuovere un dialogo tra generazioni, nazioni e culture. Secondo le ipotesi dell'organizzazione quando i bambini possiedono uno strumento di lavoro, si impegnano direttamente nella propria formazione e imparano a condividere, creare e collaborare perché è ciò per cui questo laptop è stato progettato. Il modello 1:1 crede che l'interconnessione di questi bambini possa essere la base per elicitarne processi di intelligenza connettiva (De Kerckhove 1997) che rimangono in questi paesi cristallizzati solo a livello potenziale.

1.2.5 Free e Open Source - “Dammi un ambiente aperto e libero e imparerò allegramente”

Un bambino con un XO non è solo un consumatore passivo di conoscenza, ma un partecipante attivo nella comunità di apprendimento. Quando il bambino cresce aprendosi a nuove idee, i software che usa, i contenuti di cui fruisce, le risorse e gli strumenti che adotta per pensare e comunicare devono essere in grado di crescere con lui. La natura globale dell'iniziativa OLPC richiede la crescita locale delle comunità di apprendimento e l'impegno attivo dei bambini stessi nella creazione e condivisione di valore finalizzato all'insegnamento reciproco, alla condivisione delle idee e, grazie alla natura sociale dell'interfaccia, al sostegno reciproco nella crescita intellettuale. I bambini per OLPC sono sia studenti che giovani insegnanti, oltre che soggetti con disponibilità economiche limitate derivanti dalla status socioeconomico di nascita.

Per questo motivo l'apertura offerta dal software open (free software) è la scelta ideale per l'ambiente di apprendimento in XO: un framework gratuito basato su un sistema operativo è totalmente open source (distribuzione Linux Fedora²⁹).

1.3 OLPC con XO Laptop anticipa il futuro del design industriale per l'educazione

Sintetizzerò infine per punti il ruolo di avanguardia che la OLPC Initiative ha avuto sul mercato dei device mobili per l'educazione introducendo e rendendo pubblici i propri concept design.

OLPC già nel 2005/2006 ha svolto il ruolo di precursore del design industriale anticipando con XO1 la nascita dei *netbook*³⁰ e dimostrando quanto la controversa idea di un laptop di piccole dimensioni e ridotta potenza potesse essere sostenibile nella produzione e nella distribuzione.

La vera novità però è aver individuato (e non creato) un bisogno reale rivolgendosi ad un segmento d'età precedentemente escluso dalla tecnologia dell'informazione (l'infanzia) e pensando a un possibile bacino d'utenza vasto quanto l'intero Sud del Mondo.

L'introduzione di *Sugar*, l'interfaccia grafica di XO, anticipa inoltre la creazione di sistemi operativi basati su una metafora differente dal classico *desktop* (scrivania), *Sugar* è privo di un'organizzazione dei file a cartelle (*filesystem*) ed è nativamente centrata sul concetto di aggregazione di *app* (micro unità software autoconsistenti e finalizzate a specifici compiti) open source e gratuite, implementando di fatto ciò che i grandi marchi come Apple e Google estenderanno con la creazione di iOS e Android e la commercializzazione di *app* nei relativi *appstore*. Basti pensare che il primo iPhone viene venduto nel 2007 per capire quanto l'idea di *Sugar* sia stata innovativa anche se inizialmente non compresa.

Il secondo step di anticipazione rispetto al mercato sia ha con la presentazione dei prototipi di XO-2 nel maggio 2008, suggerendo che l'interfaccia *touch* sarà la

²⁹ <http://www.fedoraproject.org>

³⁰ Con il termine *netbook* (contrazione di *net- e-book*) o ultraportatile vengono indicati alcuni particolari computer portatili di dimensioni medie tra un *notebook* e un *subnotebook* (schermo da 9-11 pollici) destinati soprattutto alla navigazione in Internet e videoscrittura e pensati soprattutto per un pubblico non professionale.

prossima grande “rivoluzione” del design digitale. Questo concept composto da due schermi multi-touch non vedrà mai una realizzazione fisica funzionante ma tratterà una linea di demarcazione tra un *prima* fatto di monitor mouse e tastiere e un *dopo* basato su un unico oggetto che è elaboratore e interfaccia al tempo stesso. Solo nel gennaio 2010 Apple lancia l’iPad 1 e inizia la corsa alla produzione di dispositivi touch sempre più economici e performanti anche da parte di decine di altri produttori.



Figura 1-1 concept design di XO-2 (a sinistra) e XO-3 (sulla destra)

1.4 Da XO-1 a XO-3: scenari per il futuro di OLPC

Purtroppo circa dal 2008, l’organizzazione OLPC subisce una battuta d’arresto dato che alcuni deployment importanti non raggiungono l’auspicato livello di saturazione e si affacciano sul mercato dei competitor imponenti come Intel con l’alternativa chiamata ClassMate. Si attende per il 2013 il lancio di XO-3, strumento e ambiente per la fruizione, creazione e condivisione di contenuti digitali che vedrà l’introduzione della attesa interfaccia tattile.

La novità dell’XO-3 risiederà nell’essere un artefatto potenzialmente utile a tutte le età, esattamente come lo sono un libro una penna e un quaderno, ma in versione digitale.

XO-3 portebbe essere uno prodotto durevole e svincolato alle esigenze di marketing, volto a supportare l’apprendimento per tutta la vita . Il suo nuovo *appeal* estetico e la valenza simbolica del *tablet touch* (un iPad per bambini ma anche un e-reader o un computer per adulti), insieme al fatto che sarà probabilmente commercializzato nei paesi che non fanno parte delle implementazioni OLPC, dovrebbe favorire la sua adozione da parte di una più ampia comunità di utenti e sviluppatori.

Personalmente credo che questo ampliamento del bacino di utenza potrebbe

innescare un positivo spostamento dell'iniziativa OLPC verso il modello economico della *Long Tail* (Anderson 2004) aprendo a migliaia di sviluppatori e progettisti di applicazioni e contenuti che si distribuirebbero in tutto il mondo a costi estremamente bassi o direttamente con licenze libere e gratuite.

1.5 Critiche al modello 1-to-1 di OLPC: il caso "Una Laptop por Niño" in Perù.

Alla presentazione dei risultati dell'impatto del progetto "One Laptop per Child" in Perù, sviluppato dalla IBS – Banco Interamericano Sudamericano in collaborazione con il governo peruviano stesso, si è sviluppato in rete un acceso dibattito sull'efficacia reale dei progetti 1:1³¹. La valutazione ha creato molte aspettative tra ricercatori sociali e i responsabili delle ONG perché il *deployment* andino è il più vasto in termini di scala e per questo è stato sottoposto a una valutazione sperimentale con gruppo di controllo.

E' utile ricordare che la situazione del sistema scolastico peruviano è particolarmente difficile: la valutazione (2007) di 180.000 docenti peruviani ha evidenziato che il 92% di essi era privo delle abilità matematiche di base e il 62% non era in grado di superare il test di lettura per il sesto anno della primaria. Il 27% di questi era a livelli di sostanziale analfabetismo. Dopo 200 ore di formazione compensative gestite dalle facoltà delle università locali, il 13% degli insegnanti rimaneva comunque a questo inaccettabile livello. Coerentemente con questa situazione è evidente la necessità di rafforzare la formazione degli insegnanti nel Paese e garantire l'accesso degli studenti a risorse educative di qualità che possano fruire in autonomia o tra pari, (esplicitamente in linea con gli obiettivi di apprendimento del progetto OLPC³²).

Come ha sottolineato Oscar Becerra³³ i bambini peruviani non possono permettersi di aspettare altri decenni per migliorare sostanzialmente la qualità del corpo degli insegnanti. Per questo il governo sta investendo in interventi educativi, come OLPC, che si crede possano portare ad avanzamenti rapidi per l'intero sistema educativo.

Per misurare l'impatto effettivo del progetto OLPC in Perù, si è ricorsi a uno studio sperimentale³⁴ selezionando cinque studenti per classe per ognuna delle

³¹ <https://edutechdebate.org/archive/olpc-in-peru/>

³² <http://blogs.iadb.org/educacion/2012/04/13/olpc-peru-aprendiendo-desde-la-experiencia/>

³³ Oscar Becerra è stato il Direttore Educational Technologies presso il Ministero peruviano della Pubblica Istruzione tra settembre 2007 e luglio 2011

³⁴ IDB WORKING PAPER SERIES No. IDB-WP-304 - Technology and Child Development: Evidence from the One Laptop per Child Program

320 scuole partecipanti alla valutazione. Due terzi degli istituti sottoposti a campionamento randomizzato, concorrevano a comporre il gruppo sperimentale, mentre un terzo delle scuole è stato utilizzato per il gruppo di controllo.

La valutazione è stata effettuata ad intervalli di 3 e 15 mesi e i risultati mostrano da un lato uno *scarso effetto dell'introduzione dei laptop sui risultati dei test curricolari nazionali di matematica e lingua pur evidenziando un precoce sviluppo di alcune abilità cognitive per i bambini del gruppo sperimentale.*

Ci si chiede però se sono sufficienti 15 mesi per osservare un effetto significativo sui bambini del gruppo sperimentale. Parte della risposta risiede nell'impatto negativo che hanno avuto le difficoltà organizzative sullo sviluppo del progetto OLPC Peru nel periodo di sperimentazione. E' emerso infatti che a quasi la metà degli studenti è stato *vietato* di portare a casa il proprio XO dopo la scuola e che la metà di tutti gli insegnanti non hanno usato XO in classe. Inoltre il livello di supporto tecnico e pedagogico previsto non è stato fornito: nella valutazione 2010 solo il 10,5% degli insegnanti ha dichiarato di aver ricevuto supporto tecnico e il 7% ha beneficiato del sostegno pedagogico. Nel complesso solo 1/3 delle scuole aveva ricevuto sostegno pedagogico e solo 1/3 ha effettivamente utilizzato i manuali di supporto. Considerando il ruolo docente come estremamente critico nei sistemi educativi tradizionali di istruzione e valutazione, la mancanza di inclusione e tutoring tecnico-pedagogica da parte delle istituzioni potrebbe aver ritardato una corretta integrazione del XO nella didattica e a cascata aver ridotto l'impatto sui test.

Dopo 15 mesi di attuazione del programma 1:1.

- Si è registrato un miglioramento in generale delle abilità e competenze operative nell'uso dei portatili e della rete (competenze digitali).
- *Non si sono riscontrate differenze statisticamente significative nei test curricolari nazionali di matematica e lingua tra i bambini del gruppo sperimentale "trattato" con XO-laptop durante le attività didattiche quotidiane e i bambini delle scuole di controllo con didattica tradizionale.*
- Si è verificato un impatto importante dell'adozione di XO sulle capacità cognitive. Questo è fondamentale dato che esiste una forte evidenza empirica che mette in relazione l'uso del computer con l'aumento delle prestazioni nei test cognitivi ed esiste un legame simmetrico fra i punteggi di questi test le future prestazioni accademiche e le possibilità di inserimento nel mondo del lavoro (Maynard, Subrahmanyam e

Greenfield, 2005; Malamud e Pop-Eleches, 2011; Neisser et al, 1996.). In dettaglio un'importante risultato positivo riscontrato è lo sviluppo precoce di abilità cognitive (4,6-6 mesi in soli 15 mesi) ottenute dal gruppo sperimentale rispetto al controllo; tali performance sono state misurate attraverso le matrici di progressione di Raven (per l'intelligenza non verbale), un test di fluency verbale e un test di calcolo matematico.

La valutazione ha posto in evidenza le criticità da risolvere per rafforzare il programma, in modo da ottimizzare il suo impatto in un prossimo futuro. In primo luogo, i risultati dello studio suggeriscono l'individuazione e lo sviluppo di un solido modello pedagogico, che permetta l'uso didattico dei computer nelle scuole e nelle aule innovando le pratiche educative in direzione del *self directed learning* e del *peer-to peer teaching* come strategie per minimizzare le conseguenze di un corpo docente poco o per nulla preparato. Coerentemente lo studio raccomanda la necessità di rafforzare la formazione degli insegnanti e garantire l'accesso alle risorse educative di qualità, esplicitamente in linea con gli obiettivi del progetto.

1.6 Critiche al modello 1-to-1 di OLPC: un approccio dirigista Top-Down

Il progetto OLPC è stato fondato per produrre a basso costo laptop con finalità educative per i bambini dei Paesi in via di sviluppo e per ottenere questo obiettivo di efficienza produttiva l'organizzazione prevedeva di vendere i dispositivi in massa direttamente ai governi, ai quali sarebbe spettata la distribuzione nelle scuole. Il prerequisito per la riuscita dell'impresa era lo sfruttamento di un'economia di scala per abbattere i costi a tal punto da rendere il laptop estremamente appetibile per un acquisto in lotti da migliaia di unità.

Anche se l'ambizioso progetto ha venduto alcuni milioni di computer portatili, sono stati comunque commessi fondamentali errori logistici e tecnici parallelamente alle travagliate vicende interne all'organizzazione stessa (conflitti ideologici e una gestione da più parti considerata come avventata e dirigista). Gli attriti interni a OLPC e il calo di domanda dovuto alla concorrenza di Intel (un tempo inizialmente partner della cordata OLPC) ha costretto a una ristrutturazione con un taglio netto della metà del personale e all'interruzione dello sviluppo interno della piattaforma software Sugar che da 2009 si è posizionata come organizzazione separata denominata Sugar-Labs³⁵. Infine è da menzionare il nobile ma totalmente fallito tentativo della campagna di marketing G1G1 – Give1 - Get1, finalizzata a far acquistare laptop nel Nord del mondo a prezzo doppio e per ognuno di essi fornirne un altro laptop da dare simbolicamente in regalo a uno studente del Sud del mondo.

Come si diceva, il prossimo step è la finalizzazione del design del Tablet XO-3 per il quale è stato messo a punto un piano di distribuzione destinato a far parlare di sé più che a dare prova di efficacia. Oltre alla vendita diretta alle istituzioni governative e a una probabile - ma non confermata - apertura al mercato *consumer*, l'organizzazione prevede una terza opzione che può apparire a molti come una pura trovata di pubblicitaria per attrarre l'attenzione su un progetto che sta perdendo incisività sui media.

³⁵ <http://www.sugarlabs.net>

Si tratta del piano *Helicopter Deployment* che prevede il lancio da elicotteri di computer touchscreen nelle vicinanze dei villaggi più remoti dei paesi in via di sviluppo. I *dispositivi* saranno poi *letteralmente abbandonati* con dei kit di autoistruzione e lasciati agli abitanti del villaggio che saranno responsabili - senza previa formazione - di utilizzare come meglio credono i dispositivi. I tablet sono basati su tecnologia Marvell³⁶ anche se il concept design di OLPC prevede l'aggiunta di schermi speciali per la lettura in pieno sole; sono inoltre allo studio batterie ad energia solare che permetteranno di utilizzare i computer in regioni senza accesso all'elettricità. Non è ancora chiaro se l'organizzazione sarà in grado di rimanere con successo entro il range del suo prezzo-obiettivo di \$ 75.



Figura 1-2 immagine tratta da “XO Helicopter Deployments? Nicholas Negroponte Must be Crazy!”³⁷

Il carismatico fondatore di OLPC, Nicholas Negroponte, vuole che i tablet siano pre-caricati con una serie di libri elettronici e tutorial che consentirebbero ai bambini di imparare a leggere senza alcun supporto esterno o istruzione qualificata.

Quello che sembra configurarsi come una tecno-utopia applicata, riflette le radici pedagogiche del progetto OLPC nella teoria dell'educazione costruzionista di Seymour Papert (1991), ma con una distorsione evidente del ruolo dell'auto-apprendimento per il dispiegarsi spontaneo del potenziale cognitivo del bambino.

Negroponte ha descritto il piano di distribuzione³⁸ all'evento Open Mobile Summit di San Francisco basando il suo intervento sui risultati di ricerca del già citato progetto di alfabetizzazione *the Hole in the Wall* del Professor Sugata Mitra.

³⁶ <http://arstechnica.com/gadgets/2010/05/olpc-partners-with-marvell-gets-into-the-tablet-game/>

³⁷ http://www.olpcnews.com/people/negroponte/xo_helicopter_deployments_nich.html

Al di là delle difficoltà oggettive nel trovare governi disposti ad imbattersi in un'impresa di questo genere, una prima conseguenza diretta di questa iniziativa è che molto probabilmente, la maggioranza dei dispositivi che cadrà dal cielo verrà disperso o non verrà impiegato come si ipotizza e spera.

Come suggerisce Amos Cruz³⁹, l'apprendimento come l'insegnamento non sono meccanismi automatici e non hanno una miracolosa immediatezza per tutti: "ipotizziamo di dare a un insegnante una lavagna e un gesso all'inizio dell'anno scolastico [...] non esiste una relazione diretta tra l'avere gli strumenti e il saperli usare correttamente per insegnare durante l'anno." Le condizioni di istruzione configurano una complessità che va oltre l'introduzione determinista di una tecnologia dalla quale ci si deve aspettare risultati e performance. Questo vale per certo, sia che la tecnologia sia una lavagna analogica, una *smartboard* o un XO.

³⁸ The sods must be crazy: OLPC to drop tablets from helicopters to isolated villages

³⁹ What Do OLPC Peru Results Mean for ICT in Education? AMOS CRUZ

<https://edutechdebate.org/olpc-in-peru/what-do-olpc-peru-results-mean-for-ict-in-education/>

1.7 PLE – Personal Learning Environment e 1:1 computing: una possibile sintesi?

Il modello 1:1 che è per natura volto alla personalizzazione e alla condivisione dei processi di apprendimento vede una applicazione di massa solo nella scuola primaria o secondaria inferiore, ma in realtà non è legato ad un target preciso. Si tratta semplicemente di distribuire dispositivi vocati all'apprendimento e includere gli utenti in un social network ad esso dedicato.

OLPC e le sue implementazioni sono oggettivamente progetti distonici rispetto al passato, elementi di rottura con le esperienze di e-learning e ICT4E precedenti . Infatti, dato che sono state le agenzie formative legate alle imprese e alle università a spingere il mercato dell'e-learning, si è assistito per tutto il primo decennio del 2000 al proliferare di ambienti e contenuti didattici definiti sui bisogni dei formatori e sui processi di insegnamento piuttosto che sul tanto invocato approccio centrato sul discente.

Con questo non si vuole negare siano stati realizzati numerosi passi in avanti per quanto concerne il design di ambienti di e-learning come LMS⁴⁰ e VLE⁴¹, che offrono realmente una ricca gamma di funzionalità basate su principi costruttivisti e socio-costruzionisti (Es.: Moodle⁴²). Il problema sta nell'uso reale sia dei dispositivi che degli ambienti di interazione virtuale. purtroppo insegnanti e formatori adottano solo le funzionalità di base di questi strumenti complessi, al fine di replicare facilmente l'esperienza offline dell'istruzione formale in aula. Così avviene che un'aula virtuale abbia le stesse caratteristiche di ergonomia della formazione di un'aula reale, in particolare per la gestione direttiva del setting e la riproduzione dei ruoli chiaramente definita: da un lato l'insegnante detentore del sapere e dominus delle dinamiche erogative, dall'altro il discente soggetto di acquisizione del sapere ma pur sempre oggetto di valutazione univoca.

Ciò si verifica anche nel campo dell'apprendimento professionale, che spesso ha attuato una forma di taylorismo cognitivo applicato al contesto della formazione degli adulti, trasformando delle interazioni di apprendimento in comportamenti sostanzialmente

⁴⁰ LMS -Learning Management System

⁴¹ VLE -Virtual Learning Environment

⁴² <http://docs.moodle.org/it/Filosofia>

conformisti (Whaymand, 2004) che si concretizzano *in learning object* ad istruzione programmata fruiti in ambienti di controllo che clonano le strutture gerarchiche reali.

La discussione sulla necessità di nuovi ambienti di apprendimento digitali prende corpo con un dibattito in rete intorno al paradigma PLE – Personal Learning Environment con il quale si sta promuovendo una visione più libertaria e democratica delle tecnologie didattiche.

In letteratura le definizioni più comuni di PLE condensano vari punti di vista:

- **funzionalmente** , sono un luogo digitale personale e personalizzabile che svolge la funzione di *hub*, un collettore di contenuti e contatti connessi con le esperienze di apprendimento di un singolo discente
- **Tecnicamente** possono essere un ibrido tra applicazioni desktop e web che includono ogni componente software che supporti l'utente in un determinato compito di apprendimento (Attwell, 2007);
- **In opposizione a VLE e LMS**, si preferisce l'utilizzo indipendente (anche se interrelato) di applicazioni web 2.0 adottando il modello 'Software As A Service' (Downes, 2006) in quanto *"it is not just Web 2.0, but it is certainly Web 2.0 in the sense that it is (in the broadest sense possible) a read-write application"*;
- **dal punto di vista sociale**, un PLE è un set di strumenti di comunicazione che valorizza i contributi individuali all'interno di un ecosistema di apprendimento condiviso (Chang, 2007);

Secondo le definizioni di cui sopra, gli *Ambienti Personali di Apprendimento* (PLE) sono aggregati software che forniscono agli studenti la possibilità di combinare gli strumenti necessari per la ricerca, la modifica e la condivisione di contenuti, informazioni e reti di contatti . La parola chiave è il *mash-up* tecnologico e funzionale a partire dall'attivazione diretta del discente che si dispone in modalità di auto-apprendimento e peer-to-peer teaching. Il ruolo del docente sembra perdere (in parte) la sua centralità, diventando inevitabilmente un facilitatore il cui compito è rimuovere gli ostacoli all'apprendimento e divenire consulente e potenziatore dei circuiti personali e collettivi di creazione e appropriazione della conoscenza.

L'intero processo porta alla disintermediazione (Cann, 2008) dei processi acquisitivi e di socializzazione: la costruzione di un personale set di strumenti di studio è riservata ai discenti che svolgono il ruolo di attore principale coadiuvato da un docente sempre più *tutor/coach* che sostiene il consolidamento delle propria reti sociali come comunità di apprendimento.

1.7.1 PLE come *artefatto cognitivo*

Secondo Attwell (2007), l'unica cosa su cui la letteratura esistente sembra essere d'accordo sulla definizione di PLE è che non è solo una questione di integrazione tra applicazioni software.

Per questo propongo di usare una categoria di confine tra l'interaction design (ID) e la psicologia cognitiva, come definizione di cosa sia un PLE. Un PLE potrebbe essere rappresentato come un *artefatto cognitivo* (Serenelli, Mangiatordi 2010).

Nella prospettiva ID, gli *artefatti cognitivi* sono "*...man-made things that seem to aid or enhance our cognitive abilities, and some examples are calendars, to-do lists, computers, or simply tying a string around your finger as a reminder.*" (Interaction-Design.org, 2006).

Secondo Norman (1993), gli *artefatti cognitivi* possono anche essere definiti come "quei dispositivi artificiali che strutturano, rappresentano o svolgono operazioni sulle informazioni e che influenzano le prestazioni cognitive umane". Sempre secondo Norman gli artefatti cognitivi "ci rendono più intelligenti" in quanto ci permettono di superare i limiti della memoria umana e del ragionamento, migliorando le nostre capacità cognitive attraverso dispositivi esterni.

Un autorevole punto di vista educativo è offerto da Seymour Papert con la teoria costruzionista dell'apprendimento. Questo quadro teorico suggerisce che la mente coinvolta in un processo di apprendimento abbia *bisogno di costruire e gestire oggetti e dispositivi al fine di generare nuove idee*. Ha bisogno pertanto di utilizzare materiali appropriati, adottando la procedura "trial and error". Papert intende questo tipo di materiali didattici come "*oggetti per pensare*" (Papert, 1980) e li chiama artefatti cognitivi.

Ogni tentativo nel ciclo per prove ed errori si propone di rappresentare il mondo intorno al discente a partire dalla costruzione, lo smantellamento e la ricostruzione degli artefatti cognitivi e al contestuale sviluppo di analisi e confronto costruttivo attraverso la discussione con i pari. Secondo Papert, questa condizione si applica a qualsiasi età, a bambini, adolescenti e adulti. E il PLE soddisfa il bisogno di uno strumento di

apprendimento di tipo *life-long e life-wide learning*⁴³ adattabile ai personali stili e interessi di apprendimento.

Il PLE può essere un tool che raggiunge questi risultati ambiziosi implementando un meta-artefatto: un aggregatore il cui scopo principale è l'accesso diretto ad una serie di risorse chiave per il *self-empowerment*. Questo PLE ideale mette insieme, in un unico *cruscotto/dashboard* personalizzabile, intere collezioni di strumenti, di contenuti provenienti da diverse fonti e collegamenti dinamici alle reti educative, il tutto organizzato in base al contesto di fruizione e agli obiettivi personali.

1.7.2 PLE: un artefatto cognitivo ponte tra software e hardware

I Personal Learning Environment sembrano aderire perfettamente al concetto di artefatto cognitivo introdotto in precedenza. Le loro definizioni più comunemente accettate li descrivono come suite di software, ma la nostra esperienza quotidiana ci induce ad altre riflessioni: durante le nostre sessioni di apprendimento non abbiamo bisogno solo di software. Pensiamo alle attività più comuni che si svolgono durante lo studio (Serenelli, Mangiatordi 2010):

- leggiamo testi;
- manualmente sottolineiamo passaggi importanti
- Prendiamo note e appunti
- Tracciamo schemi di sintesi anche in forma grafica
- cerchiamo informazioni e contenuti integrativi
- li manipoliamo direttamente (copiamo, modifichiamo, cancelliamo...)
- collaboriamo, online o offline, con altre persone sul medesimo materiale
- spesso condividiamo con i nostri pari ciò che è il prodotto finale
- esponiamo pubblicamente e condividiamo i nostri risultati e le nostre scoperte

Per fare tutte queste cose, abbiamo bisogno di un Ambiente Personale per l'Apprendimento all'interno del quale sia semplice trovare e usare un set di strumenti e supporti ergonomici progettati per far fronte alle nostre esigenze. A partire dalle idee sugli artefatti cognitivi descritti da Papert, l'hardware non può essere separato dall'uso che ne facciamo e nel caso del PLE non è scindibile nemmeno dall'ambiente in cui lo usiamo.

⁴³ un apprendimento che dura tutta la vita ("from cradle to grave", "dalla culla alla tomba", come direbbero gli inglesi) e ha luogo non solo nelle istituzioni formali come la scuola, ma anche in contesti destrutturati attraverso un apprendimento incidentale.

Ma immaginiamo che questo ambiente piuttosto che essere un luogo fisico che ci circonda sia un luogo virtuale all'interno di un dispositivo digitale. Una scatola che contiene tutti i nostri oggetti e strumenti, una scatola con finestre in grado di permetterci di comunicare con i nostri pari. Immaginiamo infine che anche le altre persone abbiano uno di questi dispositivi e che lo portino sempre con sé. Se questo artefatto cognitivo fosse onnipresente e ubiquo diventerebbe parte del contesto (Norman, 1999) e la sua presenza pervasiva non sarebbe più una novità o stranezza per nessuno, ma un presupposto simbolico e pratico per l'esperienza di apprendimento. Questi artefatti cognitivi ideali diventerebbero fattori abilitanti, precursori invisibili per l'apprendimento, nel senso che nessuno presterebbe loro attenzione come oggetti (ad esempio il culto feticista per l'iphone o l'ipad) e tutto l'interesse si rivolgerebbe al servizio e il valore che possono offrire.

1.7.3 Sugar come PLE?

Secondo Hannafin (2007), il concetto di ambiente di apprendimento digitale centrato sullo studente è un mezzo per sostenere i processi di "ragionamento divergente, problem solving, e il pensiero critico". Questa affermazione si sposa perfettamente con la missione educativa di OLPC e descrive le idee su cui si basa la piattaforma di apprendimento Sugar.

Lo scenario descritto nell'introduzione ai PLE ci permette di immaginare il modello 1:1 come il framework in grande scala per l'affermazione di una didattica personalizzata, consapevole e libertaria.

Un PLE in questa logica diventa l'unità di base di un sistema 1:1 in quanto è innanzitutto per definizione *personale*. Esso è una piattaforma composta da un set organizzato di strumenti software che possono essere utilizzati in un device hardware: sia esso un personal computer desktop, un netbook o un tablet. La scelta dell'organizzazione delle componenti di questo PLE deve essere fatta dal proprietario del terminale e come si è detto i bambini coinvolti nelle distribuzioni OLPC possiedono il computer che utilizzano (è uno dei cinque principi del progetto). Inoltre Sugar permette di installare una vasta gamma di applicazioni - chiamate "attività" - che sono l'equivalente delle cosiddette *App* tanto utilizzate oggi nei device mobili e scaricabili dai market (es. iTunes store per iOS e Google Play per Android OS). Tali attività sono strutturate come plug-in e vengono raccolte in collezioni disponibili sul sito <http://activities.sugarlabs.org/>.

Esattamente come accade per un iPhone, non c'è limite, oltre lo spazio fisico su disco, per le attività che possono essere installate su un computer portatile XO; gli studenti possono contrassegnare un'attività come "preferita", determinando la sua visibilità nella schermata "Home", la visualizzazione predefinita, che mostra l'*avatar* dell'utente e delle risorse software intorno a lei/lui.

Sugar è un PLE in quanto può essere utilizzato:

- in auto-apprendimento - un utente può leggere, scrivere, registrare audio, guardare video, navigare il web;
- per l'apprendimento cooperativo peer-to-peer - Sugar consente la condivisione di contenuti e di intere attività allestendo in tempo reale un ambiente di collaborazione virtuale. Come si è detto l'hardware dell'XO permette inoltre delle connessioni parallele a internet; configurandolo come un Access Point è possibile la creazione di reti sociali *mesh* flessibili e autonome. Quando è invece connesso ad internet la GUI⁴⁴ mostra la presenza di altri utenti per mezzo dei loro avatar. Un singolo utente può avviare un'attività e quindi condividere con uno o più compagni o con il proprio "vicinato" (l'equivalente delle cerchie del social network google+) e direttamente invitare qualcun altro a farne parte.

⁴⁴ Graphic User Interface



Figura 1-3 La schermata iniziale di Sugar: la sua organizzazione grafica richiama immediatamente l'idea dell'ambiente centrato sul bambino

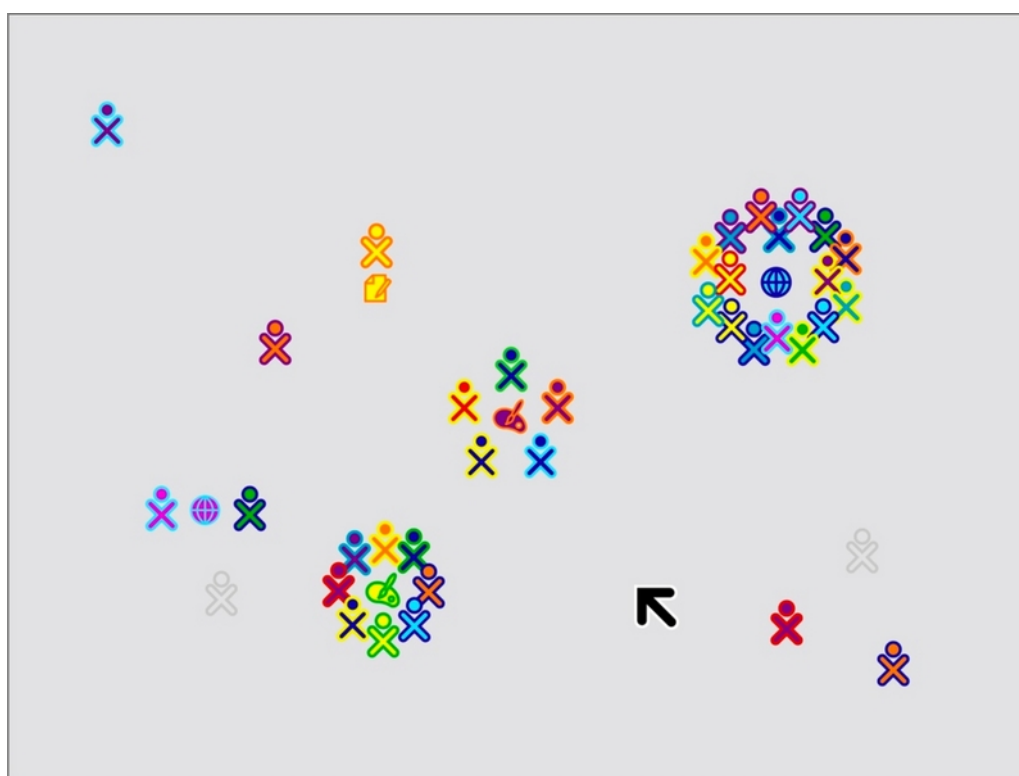


Figura 1-4 Neighborhood: il vicinato e i gruppi di lavoro (cerchie)

Un PLE è un ambiente che rappresenta l'ambiente di interazione con i contenuti e i contatti: per far questo l'interfaccia utente di Sugar adotta una metafora spaziale dove si trova l'avatar dell'utente al centro dello schermo. Questo bambino simbolico

(personalizzabile nel colore e nel nome) non è isolato: è circondato dai suoi strumenti preferiti (activities) e cambiando visualizzazione è possibile vedere dall'alto una modalità infografica interattiva che rende schematicamente le relazioni di prossimità con i pari e i gruppi di cui fa parte il bambino.

1.7.4 XO e Sugar: primi passi per un PLE ubiquo

XO-1 è uno *simbolo di inclusione nell'ambiente di apprendimento* per i giovani studenti: è di fatto uno strumento egualitario, la dotazione base per tutti gli aderenti a un deployment OLPC. E questo portatile è esso stesso parte dell'*ambiente inclusivo di apprendimento*: è nelle mani di tutti gli attori del processo educativo compresi gli insegnanti. Come spiegato in precedenza, permette di creare e di condividere le conoscenze in forma multidirezionale, non gerarchica. Essendo altamente riconoscibile come "il laptop OLPC" e non come "un normale laptop" aiuta l'aggregazione dei suoi utenti in una comunità orientata verso obiettivi di apprendimento e non solo sulla tecnologia.

XO in un contesto di 1:1 computing non è solo un oggetto tecnologico per la didattica tra le mani di qualche fortunato studente. XO diventa una variabile del contesto, facente parte delle infrastrutture per l'apprendimento in rete.

L'XO assume una serie di funzioni:

1. *amplificatore cognitivo*: una macchina progettata per i bambini e dotata di un software in grado di potenziare le loro abilità cognitive (capacità di calcolo, memoria, abilità di scrittura, produzione musicale e multimediale ecc);
2. *amplificatore relazionale* che può collegare i suoi proprietari a vari livelli (si ricorda la già citata legge di Metcalf: il valore della rete aumenta con l'aumentare della sua saturazione);
3. *piattaforma per accedere ai contenuti* didattici che possono essere in linea o presenti sul disco fisso della macchina stessa (è possibile anche memorizzare esternamente su pendrive o SD card);
4. *strumento per la condivisione della conoscenza* e, in presenza di accesso a internet, per la pubblicazione in tempo reale;
5. *strumento di creazione di conoscenza* per mezzo delle attività individuali e di collettive.
6. *e-portfolio*: con l'Activity rivista che Sugar utilizza per memorizzare ogni singola azione, i bambini possono disporre di un archivio cronologico di tutte le attività

Ma il laptop XO presenta alcuni problemi che non consentono di identificarlo completamente come dispositivo PLE (Serenelli, Mangiatordi 2010):

- *Pluggability*: Sugar permette di aggiungere facilmente le attività didattiche come plugin. I bambini possono scegliere, scaricare e installare centinaia di applicazioni da <http://activities.sugarlabs.org>, ma questa raccolta di software non può essere eseguita in

modo nativo sul resto dei sistemi operativi. Questo limita Sugar in un ambiente parzialmente chiuso nonostante la saturazione digitale nei deployment. Un PLE deve essere completamente aperto a risorse web 2.0 integrabili con le sue funzioni;

- *interfaccia basata su widget*⁴⁵: un PLE è spesso rappresentato come un *dashboard* personalizzabile composta da *widget* che visualizzano i flussi di dati provenienti da differenti fonti di apprendimento. Sugar presenta una GUI solo parzialmente modificabile che mette il bambino al centro dello spazio grafico tra le attività e le reti di apprendimento. Non fornisce alcun modo utile e pratico per monitorare i flussi di informazioni in tempo reale (Kompen, 2009);
- *life-long e life-wide learning tool*: un obiettivo chiave di un PLE è quello di fornire un ambiente con ausili metacognitivi per il monitoraggio dell' apprendimento derivante dalle esperienze formali e informali. Uno strumento di integrazione del percorso di formazione permanente. Quindi un PLE è un artefatto strutturato intorno ai concetti di *per tutta la vita* (*life-long*) e *attraverso le esperienze della vita* (*life-wide*). XO e Sugar possono al massimo essere dei "*Childhood-long*" *Learning Environment* in quanto l'ergonomia e le caratteristiche hardware/software sono indirizzata al target K6-K12

1.7.5 XO-3: a *borderware* PLE device?

L'XO-3 in versione tablet si è detto completerà l'evoluzione dell'XO-1 e tale transizione verso il dispositivo touch privo di interfacce esterne che non siano lo stesso schermo causerà l'impossibilità di astrarre il supporto dal software di PLE. La medesima logica che è stata mutuata da Apple con l'esperienza d'uso del sistema operativo iOS inestricabilmente legata ad iPad e iPhone.

Se le distribuzioni di XO-3 sul territorio avranno successo (o di uno dei suoi possibili concorrenti "android⁴⁶-based" che nel 2012 stanno dominando le vendite dei dispositivi digitali) e sarà possibile saturare l'ambiente di apprendimento fisico e digitale con questa tecnologia, l'idea stessa del dispositivo hardware perderà d'importanza e centralità perché sarà un puro supporto inscindibile dal software e dal suo contesto d'uso. Parlare di "hardware" e "software" potrebbe perdere significato: stiamo parlando di un dispositivo che potrebbe essere ragionevolmente considerato come qualcosa che va al di là di queste categorie; un dispositivo di confine, liminare che oserei chiamare "BorderWare" (Serenelli, Mangiatordi 2010).

Il laptop XO, sia nella sua forma attuale che in quella che incarna in un prossimo

⁴⁵ Un *widget* è un componente grafico di una interfaccia utente di un programma, che ha lo scopo di facilitare all'utente l'interazione con il programma stesso; può essere una vera e propria miniapplicazione o semplicemente un riquadro interattivo che riporta informazioni in tempo reale dal web (es.: meteo, ultimi messaggi Facebook, chat).

⁴⁶ Sistema operativo estremamente personalizzabile ed open source lanciato dai Google Labs come piattaforma per telefoni e tablet

futuro, è una macchina che sta gradualmente cambiando il rapporto tra la dimensione fisica e quella del codice. L'ultimo concept design in versione touch, ha il potenziale per rivoluzionare l'idea stessa di progettazione *centrata sull'utente* per la sua capacità di essere strumento efficace in grado di connettere esperienze di apprendimento formali e informali. Con XO3 si passerebbe *dalla centralità del bambino alla centralità dell'essere umano* uscendo dall'idea di un artefatto finalizzato a potenziare l'apprendimento durante l'età evolutiva.

1.7.6 Ipotesi di ricerca sull'applicazione di PLE in contesti 1-to-1

Alcune possibili future linee di ricerca nell'ambito dei progetti 1:1 realizzati da OLPC vanno dalla progettazione dell'interazione bambino/macchina alle ricadute sociali delle iniziative ICT4E e potrebbero includere l'approfondimento delle seguenti tematiche:

- l'impatto reale delle implementazioni OLPC sulle comunità rurali e in aree isolate o contesti urbani critici (dinamica sociale, comunicazione, accesso al mondo del lavoro, dispersione scolastica, prevenzione disagio, educazione alimentare);
- l'efficacia formativa delle strategie di autoapprendimento e di l'insegnamento reciproco tra pari usando XO in aula e *oltre* l'aula.
- Design di diversi format di PLE segmentati per fasce d'età che variano dai bambini agli anziani (diverse età, diversi contesti d'uso, diversi bisogni);
- la scelta basata su evidenza sperimentale di specifiche *condizioni di istruzione* (setting, strategie didattiche, tipo di multimedia) personalizzate in base al contesto di e alle esigenze individuali;
- l'impatto dell'implementazione di XO3 per l'integrazione e l'inclusione di bambini/adulti disabili;
- l'incidenza dell'uso di interfacce tattili rispetto ai tradizionali "mouse, monitor e tastiera" sui risultati dell'apprendimento.

2 Capitolo 2° - La progettazione dei contenuti multimediali per l'apprendimento e il *Multimedia Learning Design*

2.1 I soggetti di apprendimento della *network society*: l'ipotesi dei *Nativi Digitali*

Parallelamente al dibattito sull'inclusione nella società dell'informazione per i soggetti appartenenti a categorie svantaggiate e all'importanza delle competenze digitali⁴⁷ si è aperta una discussione che coinvolge le istituzioni educative, gli insegnanti, le famiglie e la ricerca scientifica intorno al termine *nativi digitali*. Con questa *etichetta* si indica la *presunta* differenza qualitativa in termini di stili cognitivi e comportamentali che caratterizzerebbe le nuove generazioni a causa della loro interazione durante l'infanzia e l'adolescenza con un ecosistema mediale integralmente pervaso da tecnologia digitale. Questi bambini e ragazzi (per convenzione i nati dopo il 1985 negli Stati Uniti, per l'Italia 1996) vengono posti in opposizione ai cosiddetti *immigranti digitali*, i nati in un'epoca pre-digitale o in un ecosistema tecnologico digitalmente non saturo. Per questa loro immersione in contesto digitale sin dalla nascita i nativi svilupperebbero secondo quest'ipotesi, diversi modi di pensare, agire e soprattutto apprendere.

Il dibattito (Rivoltella 2011) si articola intorno a due asserzioni:

1. che esista una generazione di nativi digitali con peculiari stili di apprendimento derivanti dalla loro naturale dimestichezza nell'uso delle tecnologie
2. che l'educazione debba *cambiare* per venire incontro a tali peculiarità

La polarizzazione su opposte posizioni accademiche avviene nel momento in cui una parte (Ferri 2011) sostiene che l'ipotesi dei nativi digitali sia confermata dal risultato di studi che evidenziano a livello neurofisiologico le differenze citate; ciò suggerirebbe, o forse implicherebbe "una modificazione epigenetica del cervello dei nativi digitali". Rivoltella d'altra parte sostiene che l'adozione della categoria stessa di *nativi* e *immigranti digitali* non sia altro che una metafora abusata, che nella discussione rischia di configurarsi solo come un dispositivo retorico/mitologico finalizzato a diffondere l'ipotesi dei nativi senza adeguati supporti scientifici. Non esistono infatti evidenze sperimentali di alcuni tipo che nei nativi si attivino *diverse* aree funzionali del cervello diverse rispetto ad adulti digitalmente alfabetizzati quando questi interagiscono con i

⁴⁷ Per quanto riguarda tali competenze è interessante il contributo di Jenkins (2009) tra le quali annovera il gioco (problem solving) la simulazione, la performance, l'appropriazione (attitudine al collage cognitivo), il multitasking, la conoscenza distribuita, l'intelligenza collettiva, il giudizio (valutazione critica), navigazione transmediale, networking e negoziazione.

media 2.0, né tantomeno che le modificazioni che tali esperienze comportano a livello neurobiologico possano essere trasmesse alle generazioni successive (livello epigenetico).

Questi assunti vengono posti in dubbio anche da Bennet, Maton e Kervin (2008) che sostengono che esistano “la stesse differenze all’interno della generazione dei nativi digitali [...] che tra le generazioni dei nativi e degli immigranti.”

Anche per gli *stili di apprendimento* peculiari ci sono forti dubbi, prima di tutto perché il dibattito scientifico su questo argomento è tuttora in fieri (esistono numerose tassonomie confliggenti per la catalogazione degli stili) e perché gli stili cognitivi e gli stili di apprendimento sono altamente variabili nel tempo e tra i soggetti. Rivoltella sostiene che “il costrutto dei nativi” sia pertanto un’ipotesi non accademica non sostenuta da evidenza di ricerca e che soprattutto non ci troviamo di fronte ad un *nuovo homo sapiens* perché per i discendenti della network society:

- non esiste una differenza sostanziale tra questa e le generazioni precedenti
- le modificazioni osservabili non hanno radici genetiche
- tali ipotetiche differenze non implicano alcuna modificazione del DNA su base evolutiva in quanto (Medina 2009) occorrono centinaia di migliaia di anni perché ci siano cambiamenti apprezzabili dal punto di vista neuroanatomico.

2.2 Media Education e i contenuti didattici multimediali

Come si è detto in precedenza i progetti di ICT4E non si possono limitare all’introduzione delle tecnologie digitali nelle istituzioni educative secondo un approccio di tipo determinista (distribuzione di supporti hardware, connessione internet, contenuti multimediali), ma sono indispensabili continui interventi di formazione e supporto per insegnanti e studenti al fine di ottenere dei risultati in termini di efficacia. La *media education* è l’orizzonte teorico da prediligere se si adotta questo punto di vista perché si configura come *pratica e riflessione sul processo di educare per i media, con i media e attraverso i media* (Fantin 2006). Il focus di ricerca di questa disciplina emergente si muove essenzialmente tra due polarità: il dominio delle *scienze dell’educazione* e il dominio delle *scienze della comunicazione* e come indicato da Fedorov (2003) persegue i seguenti obiettivi:

- Alfabetizzazione ai media
- Promozione del pensiero critico e dell’autonomia critica
- Sviluppo della comprensione e dell’analisi dei testi mediatici

- Preparazione degli studenti in funzione della partecipazione nella società democratica

La figura professionale del *media educator* (Rivoltella, Marazzi 2001), per poter suscitare nei discenti una visione consapevole e critica dell'uso dei media e stimolare la produzione e condivisione di contenuti multimediali di qualità, deve esser portatrice di conoscenze e competenze afferenti a questi due domini del sapere. Sappiamo che l'insegnante che accetta la prospettiva della *media education* accetta anche di fare “un passo indietro”, di ricollocare la propria posizione sulla mappa delle relazioni educative assumendo un ruolo meno centrale - anche se più strategico - volto a sviluppare l'autonomia dei soggetti in formazione per i quali diventa una sorta di consulente dei processi di apprendimento nella società dell'informazione.

Per isolare e meglio comprendere le caratteristiche della relazione tra il media educator e il discente è necessario adottare almeno tre punti di vista distinti che cercherò di spiegare attraverso una metafora visiva. Immaginiamo di osservare la mappa della relazione educativa come se fosse una carta geografica. Idealmente è come se ci trovassimo su un satellite e avessimo la possibilità di avvicinarci per gradi al nostro oggetto di interesse: il discente.

Ad un primo livello vedremo la sfera più esterna che rappresenta *il contesto di relazioni sociali* in cui il soggetto in formazione è inserito. In questo quadro il discente non è altro che il nodo di un network inestricabile formato da pari e figure educative, in cui i flussi di comunicazione sono gestiti anche attraverso le reti sociali. Il compito del *media educator* per questo livello è agganciare i soggetti a queste reti e accompagnarli attivamente fornendogli le competenze critiche per gestire relazioni e informazioni.

Aumentiamo virtualmente il potere del nostro *zoom* e avviciniamo il nostro sguardo spingendoci ad un secondo livello di osservazione: è costituito dal microcosmo della scuola e della classe, il terreno comune tra educatore e discente in cui le relazioni sono più significative e intense perché entrambi gli attori interagiscono quotidianamente. Il *media educator* anche se non deve cadere nelle semplificazioni antropologiche o nelle *mitologie didattiche* (ad esempio nella dicotomia in gran parte arbitraria e semplificatoria *nativi Vs Immigranti* proposta da Prensky nel 2001) è cosciente del fatto che deve saper usare i media con criterio poichè sono parte integrante dell'esperienza di vita extrascolastica di molti, anche se non di tutti gli studenti.

La nostra prospettiva di osservazione rimane la medesima, ma scendiamo ulteriormente, avviciniamo la nostra lente fino ad inquadrare esclusivamente il soggetto principale dell'attività educativa: nel terzo livello possiamo vedere uno studente costantemente impegnato in uno sforzo ermeneutico per decodificare gli stimoli e i contenuti multimediali proposti dai network di cui è parte. In questa ottica è appropriato chiedersi: quali sono i processi che lo portano a selezionare e ad apprendere le nuove informazioni che gli vengono di continuo proposte? Come le integra nel proprio vissuto? È in grado di trasformare dati e informazioni in vera conoscenza?

E' necessario avvicinarsi ancora, entrare nella sua mente per "capire cosa e come capisce". Credo che questo livello di osservazione sia quello più debolmente trattato dalla *media education* nonostante il fatto che gli insegnanti, oltre a guidare ogni giorno gli studenti nella riflessione sull'uso dei media e ad erogare formazione attraverso di essi, sempre di più utilizzano i *contenuti digitali multimediali* come supporto alla didattica. Il *media educator* è pertanto responsabile della scelta e dell'utilizzo dei media ma anche della selezione dei contenuti da fruire nel rispetto delle modalità di apprendimento degli studenti. Lo sguardo del media educator si deve fare necessariamente multiprospettico e, al fine di perseguire livelli soddisfacenti di efficacia, efficienza e soddisfazione/coinvolgimento, suggerisco che nel suo background formativo non manchino:

- le competenze di base di *instructional design* finalizzate alla progettazione delle attività istruttive di qualità costruite a partire dall'evidenza della ricerca educativa
- la conoscenza di base della *teoria cognitiva dell'apprendimento multimediale* che include i meccanismi di percezione, selezione, codifica e integrazione delle nuove informazioni espresse in forma multicodale e offre un frame teorico complessivo per spiegare *cosa* avviene nella mente dei discenti quando apprendono attraverso i contenuti digitali interattivi.
- La conoscenza del *linguaggio infografico*, sempre più diffuso nel ambito della comunicazione didattica con i multimedia perchè integra in forme efficaci codici verbali e iconici per massimizzare l'apprendimento attraverso la visualizzazione della conoscenza.
- La capacità di centrare le attività educative sulle esigenze reali dell'"utente" finale, nel nostro caso il discente e collocando la progettazione all'interno di una prospettiva di *User Centered Design* e di *User Experience Design* che tiene conto sia dell'efficienza in termini di ergonomia della formazione che della piacevolezza delle esperienze educative al fine di favorire la motivazione intrinseca.

In questo capitolo verranno sinteticamente introdotte queste discipline e lo stato dell'arte della ricerca scientifica su cui pongono le basi.

2.3 Instructional design: strategie didattiche e formati di istruzione

Prendendo atto che la network society porta con la sua espansione una mole sempre crescente di dati e informazioni la conseguenza derivante da questa tempesta informativa è l'imprescindibile potenziamento delle forme di apprendimento e insegnamento per poter permettere alle generazioni presenti e future di non perire di fronte a questa massa incombente di rumore informativo. Per questo in rete oltre alle conversazioni sempre più fluide e in tempo reale si manifesta esigenza di organizzazione dell'informazione e sempre più spesso di sintesi; ad esempio sul web sono sempre più popolari due espressioni come:

- *Content is the King*=il contenuto è il Re
- *KISS*=Keep It Short and Simple!

Questi due luoghi comuni si riferiscono alla tendenza trasformatrice del mondo della comunicazione a gestire informazioni e contenuti come merce, secondo i dettami del *social media marketing*. Ad un altro livello più profondo, queste frasi esprimono sinteticamente la necessità urgente di contenuti significativi e sintetici per poter “stare al passo” con l'accelerazione imposta dalla rivoluzione dei network.

Se osserviamo questa problematica del sovraccarico cognitivo e della gestione delle informazioni per l'apprendimento: quando si tratta di istruzione e quando di formazione? Dal nostro punto di vista, intendiamo i contenuti nel senso più nobile, distillati di conoscenza contrapposti ad agglomerati disorganizzati di dati e informazioni o peggio *entertainment-content* finalizzati al puro diversivo?

L'*instructional design* è quel punto di incontro tra discipline che permette di valorizzare la progettazione didattica di attività e contenuti per l'apprendimento attraverso l'evidenza scientifica e il supporto della tecnologia. Il termine Instructional Design (ID) non deve essere tradotto meramente con progettazione dell'istruzione, che nel contesto italiano ha una connotazione non sempre positiva, ma come attività di *progettazione didattica*. Si tratta di un'attività sistematica di design che include la scelta degli obiettivi didattici, la presentazione della conoscenza oggetto di apprendimento, le attività di insegnamento/apprendimento, la progettazione dei materiali, l'orientamento del discente, i feedback di tutor o docenti e il complesso della valutazione. L'obiettivo è quello di garantire la qualità della didattica mantenendo

elevati livelli di efficacia, efficienza e coinvolgimento (secondo il **modello e³** di Merrill, 2009).

Calvani(2011) si domanda se esiste una relazione diretta tra i meccanismi dell'apprendimento e la qualità dell'istruzione. "L'istruzione ha una natura essenzialmente progettuale e attuativa [...] fermo restando l'obbligo di addurre poi le prove sperimentali sui risultati. È la valutazione delle evidenze sull'efficacia che decide se il modello è accreditabile oppure no".

L'integrazione tra teoria e pratica è il cuore dell' *evidence based education* e avviene sottoponendo modelli e ipotesi didattiche al vaglio della verifica quantitativa e qualitativa dell'efficacia. Il mio interesse di ricerca è proprio centrato su questa posizione ed è relativo ai "dispositivi attuativi e tecnologici dell'istruzione⁴⁸ per migliorare la qualità e la solidità degli apprendimenti" in un'ottica di *empowerment*. Da questo punto di vista per apprendimento si intende "un particolare tipo di cambiamento che assume la valenza positiva di un miglioramento o di un potenziamento/accrescimento della persona nella sua globalità o di alcune capacità o prestazioni specifiche" (Calvani 2009).

Storicamente l'ID affonda le sue radici nel convegno di Woods Hole 1959, dove Bruner propone lo spostamento dal puerocentrismo degli educatori all'istruzione e ai suoi meccanismi verificabili (Calvani 2009). Bruner sostiene sia necessario porre il bambino e l'adolescente in contatto diretto con i fondamenti dei saperi disciplinari e che non si possa prescindere dal conoscere le grandi idee organizzatrici delle materie di studio ("la storia della cultura è la storia delle grandi idee organizzatrici o strutturali"). Dopo Woods Hole la ricerca educativa mira ad una progettazione rigorosa delle sequenze dei contenuti didattici basandole sulla definizione di obiettivi e sulla misurabilità oggettiva del grado di raggiungimento degli stessi (Bloom 1956,1973) . L'idea che sia impossibile apprendere le fondamenta della conoscenza scientifica con un approccio *per scoperta* attraverso attività ingenuamente esplorative porta a spostare le energie degli insegnanti, degli educatori e degli *instructional designer* sulla razionalizzazione dei compiti (task

⁴⁸ Istruzione: "riguarda le azioni compiute intenzionalmente e sistematicamente allo scopo di favorire apprendimenti in uno o più soggetti destinatari."

analysis), degli obiettivi e alla definizione dei mezzi e delle strategie per il loro conseguimento.

Nel 1983 viene presentato il rapporto *America at risk* in cui si documenta l'inefficacia del sistema scolastico statunitense. In questo rapporto emergono posizioni orientamenti di ricerca pedagogica che pongono in evidenza:

- l'opposizione più o meno aperta a metodi progressivi/attivi
- la preferibilità di una didattica prevalentemente direttiva rispetto ai metodi per scoperta in tutta la prima parte dell'istruzione
- l'importanza di programmi curriculari accuratamente strutturati
- l'importanza essenziale dei saperi di base per una piena cittadinanza

Si sottolinea inoltre che tale rapporto mette in evidenza anche un aspetto socialmente sensibile: *“vantaggi maggiori si conseguono proprio nei riguardi di bambini di classi svantaggiate e gruppi etnici eterogenei [...] dunque sono i metodi più istruttivi a risultare i più “democratici” e a garantire una cittadinanza decorosa”*(Calvani 2009).

Ritornando su una possibile definizione di Instructional Design nel contesto della società dell'informazione, si potrebbe dire che è il mezzo attraverso il quale la domanda di apprendimento può essere significativamente ed efficacemente soddisfatta grazie all'individuazione delle esigenze formative, la selezione dei contenuti rilevanti, la loro rappresentazione multimediale la loro erogazione attraverso le nuove tecnologie.

Tale apprendimento centrato sui contenuti e sulle attività che si possono porre in essere a partire da essi, esprime anche le istanze dell'intero mercato dell' E-Learning che mira alla soddisfazione dei criteri di efficienza ed efficacia sia dal punto di vista didattico (ergonomia cognitiva per il discente e raggiungimento degli obiettivi) che dal punto di vista economico dei costi dei processi di formazione.

"There is a scientific discipline of instruction and a technology of instructional design founded on this science." (Merrill 1996)

Come afferma Ranieri (2005) In forma estremamente sintetica “una teoria di *Instructional Design* individua i metodi adeguati affinché, date le condizioni di istruzione, l'apprendimento risulti *efficace, efficiente e attraente*”. Ovvero risponde a tre esigenze di base per fare in modo che un discente attraverso un'esperienza di apprendimento possa

- raggiungere livelli di performance elevati (Esperienza Efficace)
- ottimizzando la gestione del carico cognitivo e dello stress (Esperienza Efficiente)
- divertendosi e provando piacere (Esperienza Attraente)

L'ID è un corpo di teorie nate a partire dagli anni '60 che forniscono indicazioni su come facilitare l'apprendimento e lo sviluppo cognitivo, emozionale, sociale e fisico delle persone. Una teoria ID mira all'individuazione di pattern replicabili per ottenere in altri contesti e con altri soggetti le stesse prestazioni desiderate.

Si tratta infatti di una disciplina che ha un *carattere puramente prescrittivo e non un ruolo descrittivo* come avviene per le teorie dell'apprendimento che spiegano come avviene il processo ma senza indicare come l'insegnante deve agire per raggiungere i risultati di qualità. Il rapporto con le teorie dell'apprendimento è comunque inscindibile perché possono fornire basi scientifiche del successo o insuccesso di una teoria ID.

A tal proposito Clark (2000) sintetizza così:

"Learning requires an active processing of lesson content in such a way that it becomes integrated with existing knowledge in memory. Instructional methods are techniques that support the psychological processes that mediate the transformation of lesson content into internal knowledge and skills. The use of methods that support the learner's cognitive process and avoidance of methods that disrupt learning processes are what make lessons effective or ineffective. Some examples of popular instructional methods are examples, analogies, practice exercises, and graphics."

Ranieri (2005) sottolinea che non esiste una consapevolezza diffusa nell'ambito delle scienze dell'educazione sul ruolo dell'ID che ancor oggi si manifestano nelle inadeguate traduzioni dell'espressione *instructional design*. Si diceva che le teorie ID non si occupano di descrivere le relazioni causa-effetto tra eventi, bensì di indicare come conseguire livelli adeguati e misurabili. Qui abbiamo una prima differenziazione tra la *teoria cognitiva dell'apprendimento multimediale* (Mayer 2001) che mira all'individuazione dei principi psicologici che governano l'acquisizione dei messaggi multimediali, mentre con l'*instructional design* si propongono metodi e tecniche finalizzati a facilitare l'apprendimento e al raggiungimento degli obiettivi e indicare quali siano i *learning setting* in cui è preferibile usarli.

I metodi ID hanno carattere sia prescrittivo che situazionale e pertanto non universale, cioè funzionano in certi contesti e non necessariamente in altri perché la situazione

influenza la scelta del metodo e ne condiziona l'applicabilità. Essenziale è dunque individuare in che misura il contesto (il setting) influenzi l'apprendimento e di conseguenza scegliere il metodo. In genere possiamo dire che vengono poste in relazione le condizioni di istruzione con i risultati auspicati dopo l'attività istruttiva e tali condizioni riguardano:

- la natura della conoscenza oggetto di apprendimento (fatti/concetti/procedure/processi/principi⁴⁹)
- le caratteristiche personali dello studente (per es., il contesto di provenienza, le sue conoscenze pregresse, le sue strategie di apprendimento, le motivazioni);
- le caratteristiche del setting di apprendimento (ambiente istituzionale o informale, apprendimento guidato, in gruppo o individuale)
- i limiti organizzativi ed economici dell'iniziativa istruttiva.

Molto importante per questa trattazione è introdurre la *natura probabilistica delle teorie ID* che sono in grado di indicare solo con un certo grado di approssimazione se un metodo sia in grado di funzionare efficacemente una volta individuati un certo setting di apprendimento e i soggetti con specifiche caratteristiche.

Tale aleatorietà ci porta a parlare di **risultati auspicati** da non confondere con gli obiettivi didattici. Essi riguardano come suggerisce Merrill (2009) con il modello e³ i livelli di *efficacy*, *efficiency* (costi/tempo) e *engagement* (attrattività per lo studente) con cui attraverso l'applicazione di un metodo è desiderabile raggiungere gli obiettivi di apprendimento.

⁴⁹ Vedi CPM – Content Performance Matrix di David Merrill

2.4 La nascita dell'ID: i nove eventi di istruzione

"There are known instructional strategies. The acquisition of different types of knowledge and skill require different conditions for learning." (Gagné, 1985).

L'Instructional Design si sviluppa come disciplina "inorganica" a partire dagli anni '60 con le prime intuizioni espresse nel testo *The conditions of learning* (1965) di Robert M. Gagné che mette in relazione l'ambito delle scienze cognitive e dell'apprendimento con la prassi didattica nel mondo reale. Propone nove "eventi istruttivi", nove attività orientate all'obiettivo che rappresentano secondo lo psicologo americano le condizioni per un insegnamento e un apprendimento di successo.

Tabella 2-1 Eventi di istruzione (di Gagné 1985)

	Attività dell'insegnante	Attività del discente
1	stimolare l'attenzione;	Mobilizzare la concentrazione
2	informare gli studenti degli obiettivi;	Costruire un'aspettativa realistica mediante il risultato di apprendimento
3	stimolare la memoria delle conoscenze pregresse;	Attivare la memoria a lungo termine
4	fornire uno stimolo;	Recepire il materiale didattico
5	guidare l'apprendimento;	Favorire il transfer nella memoria a lungo termine mediante codifica semantica
6	promuovere la pratica;	Consentire conclusioni sul risultato di apprendimento
7	fornire feedback;	Fornire informazione diagnostica e potenziamento
8	valutare le prestazioni;	Disporre di indicazioni necessarie nella fase di ricordo
9	migliorare l'assorbimento e il transfer.	Sperimentare il risultato in situazioni nuove

2.5 Modelli per l'instructional design

Una breve rassegna delle teorie di ID potrebbe comprendere (Ranieri 2005):

Metodi cognitivisti centrati sulle modalità con cui avviene l'elaborazione, la comprensione e l'assimilazione dell'informazione oggetto di istruzione.

- Gardner H. - Multiple Approaches to Understanding (la teoria delle intelligenze multiple)
- Reigeluth C. M. - The Elaboration Theory. (La teoria dell'elaborazione)

Metodi costruttivisti (1): che pongono una maggior enfasi sull'importanza di un setting di collaborazione e sull'adozione di attività centrate su compiti di problem solving

- Jonassen D. (1999)- Constructivist Learning Environments (CLE)
- Nelson L. M. (1999)- Collaborative Problem Solving (CPS)

Metodi costruttivisti (2): forme di apprendimento esperienziale del tipo *Learning by doing o Inquiry learning*

- Hannafin L., Land S. & Oliver K. (1999) - Open learning environments (OLE)
- Schank R. C., Berman T. R., & Macpherson K. A. (1999)- Goal Based Scenario

Per quanto riguarda gli studi in ambito e-learning, Kerres (2001, p.199) propone uno studio *meta* sull'efficacia delle offerte didattiche digitali e ne ricava le seguenti linee guida utili per la progettazione e gestione di ambienti didattici multimediali:

1. Preparazione di attività didattiche

Ricollegarsi ad esempi concreti, rilevare e ricollegarsi a conoscenze di base esistenti, rendere trasparenti gli obiettivi didattici, inserire nuovi contenuti in un contesto superiore, spiegare la panoramica del corso. Sono alcuni degli aspetti più importanti di un "advance organizer" (organizzatore propedeutico o anticipatore) di Ausubel (1978).

2. Concreto e astratto

Accogliere informazioni di carattere generale e particolare. Quindi le offerte didattiche devono comprendere sia materiale concreto sia informazioni astratte concernenti questo materiale.

3. Garanzia delle attività didattiche

Le offerte didattiche devono richiedere l'attività dei discenti. Non è sufficiente la semplice presentazione dei contenuti.

4. Verifica dei progressi di apprendimento

La verifica regolare del progresso di apprendimento serve, ai sensi dell'evoluzione formativa, al sostegno del processo di insegnamento e di apprendimento. In questo contesto è importante dare rilievo all'assicurazione della qualità piuttosto che al carattere di verifica.

Un celebre tentativo di razionalizzazione delle teorie di instructional design si basa sulla "component display theory" di Merrill (1992) e mira ad individuare i pilastri irriducibili della progettazione didattica.

2.6 David Merrill e i primi principi dell'istruzione

*"The premise is that **first principles for instruction do exist** and that one or more of these first principles can be found in most instructional design theories and models. This premise also assumes that these design principles apply regardless of the instructional program or practices prescribed by a given theory or model. If this premise is true, research will demonstrate that when a given instructional program or practice violates or fails to implement one or more these first principles, there will be a decrement in learning and performance. Our survey of instructional products also demonstrates that many instructional programs fail to effectively incorporate all of these principles."* (Merrill, 2001)

Il valore dell'esperienza di ricerca di Merrill, in ogni caso uno dei più accreditati esperti internazionali nell'ambito dell'Instructional Design di ispirazione costruttivista, consiste nell'affermazione forte che esistono dei principi di istruzione irriducibili che chiama i "first principle of instruction" (FPI). Tali principi vengono isolati da Merrill a partire da studi comparativi riguardanti l'efficacia, l'efficienza e l'attrattività delle proposte didattiche nel tentativo di riportare ad alcuni parametri comuni i differenti modelli e teorie didattico educative.

Secondo Merrill un principio è: *"una relazione che risulta sempre vera sotto determinate condizioni, indipendentemente dalle singole pratiche o metodologie didattiche adottate, e ha quindi valore generale"*.

Tali FPI sono trasversali e possono essere applicati indifferentemente a diversi domini di conoscenza, implementati con qualunque soluzione erogativa più o meno tecnologica, possono coinvolgere studenti con stili di apprendimento diversi e in contesti sociali molto differenti. Hanno quindi carattere *universale e prescrittivo*: sono cioè *design-oriented*, volti a dare indicazioni su come costruire ambienti e contenuti di apprendimento; apprendimento che risulterà pertanto efficace, efficiente e attraente nella misura in cui verranno seguiti razionalmente e coscientemente proprio tali principi, che rappresentano condizioni necessarie seppur non sufficienti”⁵⁰

Il problema che Merrill cerca di risolvere è quello di indicare delle strategie educative centrate sui meccanismi conoscitivi propri dell'uomo, della sua struttura cognitiva e sui meccanismi mnemonici relativi correlati, pur tenendo conto degli aspetti motivazionali e dell'esigenza umana di collaborare nelle attività istruttive.

Di seguito vengono presentati i *first principle of instruction* la cui applicazione dovrebbe portare risultati *funzionali e significativi*, cioè alla possibilità sia di organizzare l'informazione ed elaborarla, che di integrarla e riutilizzarla in contesti diversi e nuovi.

2.6.1 Problem/task centered strategy

L'apprendimento viene facilitato quando i discenti sono impegnati nella risoluzione di problemi (reali o realistici) o nello svolgimento di specifici compiti e in particolare quando:

- Viene mostrato ai discenti il compito e quindi cosa sapranno fare al termine del corso/lezione;
- I discenti devono affrontare problemi/task di complessità crescente, per acquisire gradualmente e progressivamente le competenze correlate.

2.6.2 Activation (Attivazione)

L'apprendimento viene favorito quando la conoscenza preesistente è attivata come base per nuova conoscenza così da facilitare l'ancoraggio delle nuove informazioni. Per esempio fornire ai discenti una breve sintesi introduttiva agli argomenti del corso che stanno per affrontare fa sì che i discenti possano approntare le adeguate strutture cognitive e conoscenze già acquisite prima di iniziare il percorso formativo.

⁵⁰ “Teorie dell'apprendimento” a cura di Centro Studi e Progettazione
<http://www.pgava.net/leggi/ENDOFAPTeorieApprendimento.pdf>

2.6.3 Demonstration (Dimostrazione)

L'apprendimento è facilitato quando, piuttosto che dare semplicemente informazioni su ciò che deve essere appreso, questo viene *mostrato* dal tutor o dall'insegnante e *dimostrato* il possibile raggiungimento dell'obiettivo per il discente. Pertanto risulta utile l'utilizzo di esempi o dimostrazioni per le procedure, di visualizzazioni e schemi per i processi e di modellamento per le competenze comportamentali.

2.6.4 Application (Applicazione)

L'apprendimento viene favorito quando le conoscenze acquisite vengono subito fatte applicare dal discente nella soluzione di problemi. Di fondamentale importanza l'attività di coaching in questo frangente, con continui feedback formativi.

2.6.5 Integration (Integrazione)

L'apprendimento è potenziato quando lo studente viene incoraggiato a trasferire le conoscenze acquisite nella vita reale, per esempio presentandole in pubblico, o è spinto a un confronto critico diretto tra pari in cui deve dimostrare la corretta comprensione dell'oggetto di istruzione.

Merrill pone in evidenza inoltre quanto sia importante gestire la *guidance* nello svolgimento dei compiti e sostiene che quando si applica una *task centered strategy* si deve ridurre progressivamente l'attività di tutoring e aumentare in forma indirettamente proporzionale la difficoltà dei compiti da svolgere fino a permettere allo studente di risolvere i problemi in totale autonomia (*perform the whole task*) consentendo così la conquista passo-passo di adeguati livelli di *expertise*. Di seguito uno schema che visualizza la disposizione progressiva degli elementi istruttivi e la diminuzione inversamente proporzionale del sostegno fornito dal tutor (*backward fading*).

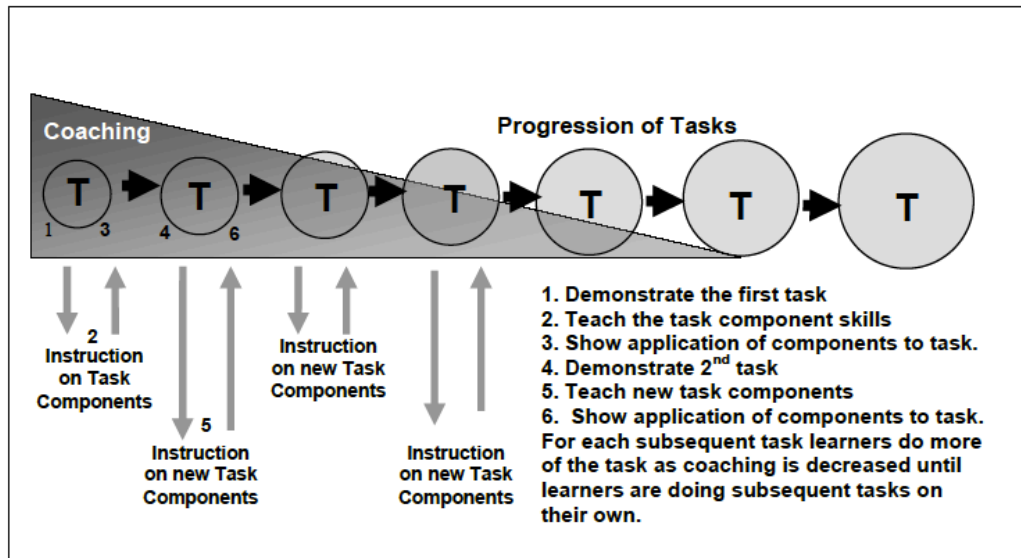


Figura 2-1 Task Principle e Backward fading

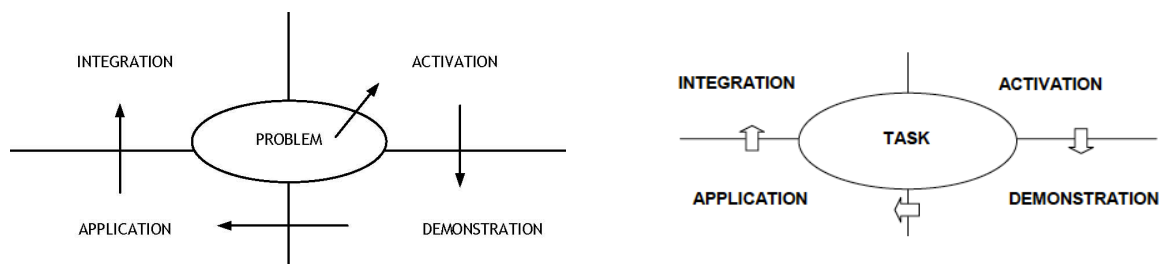


Figura 2-2 I primi principi dell'istruzione (tratto e riadattato da Merrill 2001).

2.7 Metodologie ISD: Instructional System Design (Ranieri 2005)

Si è detto che una teoria di Instructional Design mira a individuare i metodi adeguati affinché, date condizioni di istruzione, l'apprendimento risulti efficace, efficiente e attraente. Affinchè tale risultato sia replicabile vengono adottati dei modelli di descrizione sistematica dell'intero processo di istruzione che include:

- Analisi e definizione dei bisogni
- Elenco dettagliato degli obiettivi di apprendimento
- L'individuazione dei nuclei di contenuto
- le modalità di presentazione della conoscenze,
- la progettazione delle attività didattiche
- la progettazione dei materiali
- la scelta delle modalità di erogazione e dei media da utilizzare
- il design accurato del supporto, dei feedback e dell'orientamento del discente
- infine i modelli, i metodi e gli strumenti per la valutazione formativa.

Essendo la progettazione didattica un processo complesso che coinvolge un numero di variabili estremamente elevato sono stati introdotti diversi algoritmi di progettazione sistematica che ricadono sotto il nome di Instructional System Design Methods

2.7.1 ADDIE il metodo di Instructional system Design più diffuso

Il modello Addie è la metodologia di progettazione didattica più utilizzata sia nella formazione tradizionale per adulti che per i più piccoli e si presenta come un ciclo iterativo che si basa su cinque fasi di lavoro:

- A nalysis=Analisi
- D esign=Progettazione
- D evelopment=Sviluppo
- I mplementation=Implementazione
- E valuation=Valutazione

Il valore di un workflow come ADDIE, è che fornisce un solido quadro di gestione della complessità del progetto e semplifica il coordinamento delle attività di una squadra di formatori valorizzando i contributi di ogni membro del team. Gli eventi significativi sulla linea del tempo (come nel project management) sono chiamati *milestones* e segnano la

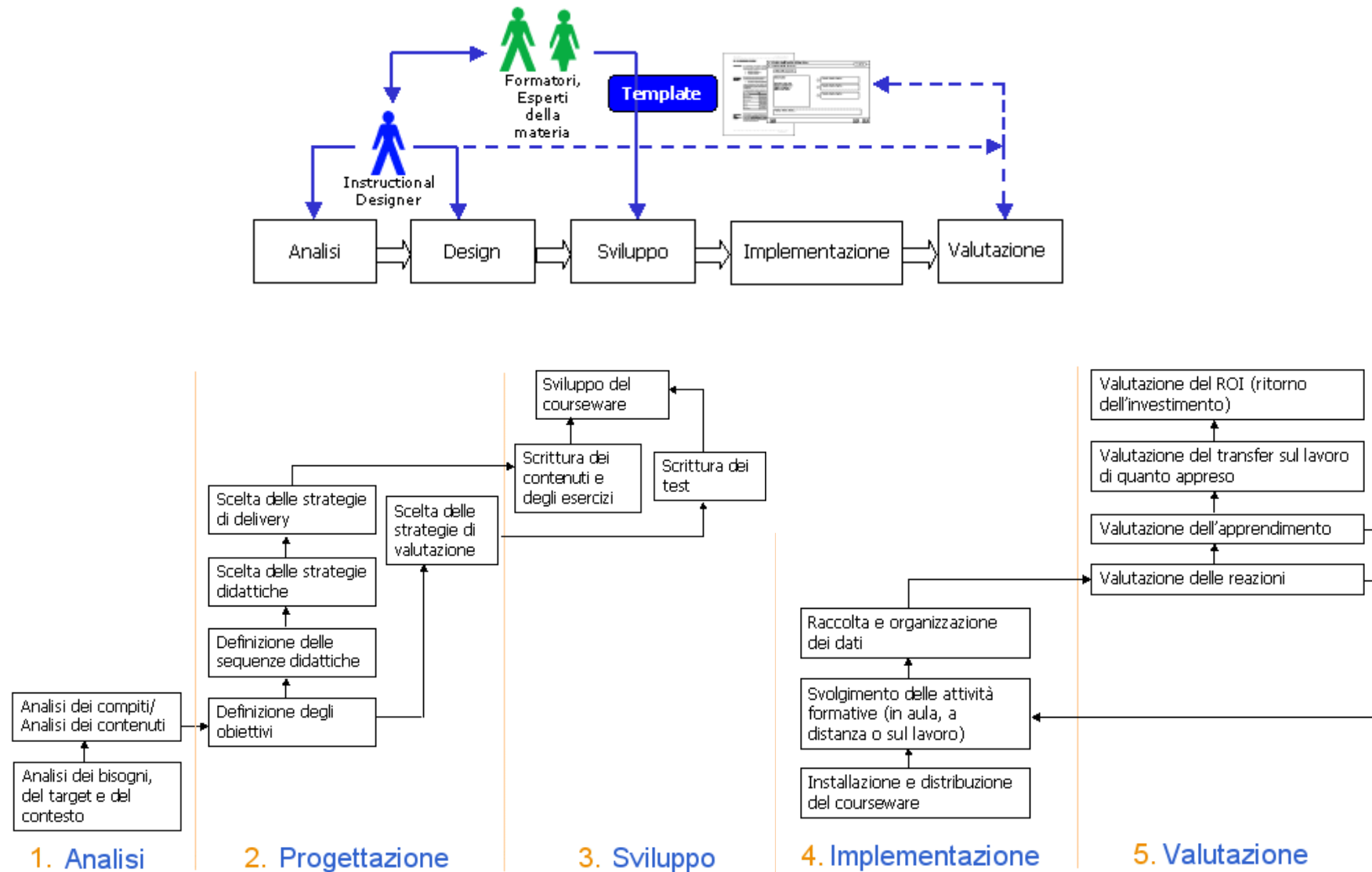
fine di una fase e l'inizio della fase successiva generalmente producendo dei documenti di stato del progetto.

Il modello presentato è un sistema iterativo: il ciclo virtualmente può ripartire dalla valutazione per dar vita ad una nuova fase di analisi e design. E' soprattutto nell'ambito dell'e-learning che ADDIE consente di migliorare progressivamente un corso esistente di edizione in edizione tenendo traccia delle criticità rilevate. L'importante attività di gestione del progetto è quello di garantire che tutti si impegnino per raggiungere gli stessi obiettivi seguendo la medesima *roadmap* condivisa.

Uno degli obiettivi di ADDIE è quello di garantire la funzione di valutazione degli apprendimenti ma anche di misurare l'adeguatezza del processo istruttivo dal punto di vista di chi lo ha realizzato (dagli esperti di contenuto ai designer) fino ai discenti che esprimeranno forme di gradimento e soddisfazione. Spesso il modello è presentato con la valutazione come componente centrale - a sottolineare che questa fase è sempre presente in ogni momento del ciclo Addie (valutazione in itinere) e non solo a valle dell'intervento (valutazione ex-post).

Di seguito vengono presentati due esempi di implementazione nella pratica di ciclo ADDIE: il primo a livello di microprogettazione che usa il workflow per il design di specifici contenuti didattici (Learning Object). Si parla in questo caso di *Instructional Content Design System*. Il secondo esempio usa ADDIE per gestire l'impianto di un complesso intervento formativo nel suo insieme.

Figura 2-3 Modello ADDIE applicato alla creazione di un corso di formazione



2.8 Tecniche di visualizzazione della conoscenza: *Information design* e *Infografica*:

*“grazie alla scienza e alla tecnologia, l'accesso alla conoscenza di tutti i tipi sta crescendo esponenzialmente mentre il suo costo unitario si riduce. Questo processo è destinato a divenire globale e democratico. E allora, che fare? La risposta è chiara: **sintesi**. Stiamo affogando in un mare di informazione e al tempo stesso moriamo per mancanza di conoscenza”*

Edward O. Wilson, Consilience: The Unity of Knowledge”, 1998

2.8.1 Cos'è l'*information design*?

Avete mai avuto dei dubbi leggendo l'etichetta di alcuni farmaci (es. posologia, indicazioni, effetti collaterali)? Vi siete mai “persi” nel labirinto di un risponditore automatico (i sintetizzatori vocali dei call center telefonici)? Avete mai rischiato di annullare il vostro voto per l'ambiguità delle schede elettorali? Avete mai perso l'auto in un grande parcheggio? Avete mai sbagliato direzione per colpa di cartelli stradali illeggibili o incorretti?

Se avete sperimentato almeno una di queste situazioni spiacevoli vi siete imbattuti in un cattivo esempio di *progettazione dell'informazione*.

In un contesto socio-culturale nel quale la mole di dati che viene incessantemente prodotta e diffusa ogni secondo attraverso le reti aumenta senza sosta, appare evidente la necessità di organizzarli in informazioni rilevanti e comunicarli nel modo più rapido ed efficace possibile cercando di minimizzare le difficoltà di decodifica per l'utente finale o meglio, per la cittadinanza.

La disciplina che tenta di fornire risposte a questo bisogno si chiama **information design** il cui obiettivo è modellare i dati e le informazioni in base alla necessità degli utenti al fine di comunicare idee e facilitare la costruzione di conoscenza significativa.

Rilevanza, chiarezza e impatto mnemonico sono i principi cardine dell'Information Design⁵¹ per illustrare processi e sistemi complessi attraverso il corretto uso di parole, immagini, illustrazioni, simboli, icone, colori, numeri. Ma per trasformare l'informazione in conoscenza si deve passare attraverso un'attenta definizione, pianificazione e costruzione dei contenuti di un messaggio e degli ambienti in cui esso viene trasmesso, allo scopo di raggiungere un determinato obiettivo in rapporto a determinate esigenze degli utenti⁵².

"Information design is the integrator that brings other disciplines together to create excellent information solutions."; questa definizione di Dirk Knemeyer sottolinea come la progettazione dell'informazione sia una meta-disciplina *finalizzata a facilitare la comprensione* aggregando un set di principi di design trasversali a più settori:

- il *graphic design* per la stampa e per lo schermo,
- la *progettazione* degli oggetti quotidiani,
- l'*usabilità* dei sistemi uomo/macchina,
- l'*interaction design* di artefatti fisici e virtuali,
- l'*architettura dell'informazione* di siti e applicazioni web complesse.

2.8.2 L'infografica come tecnica di rappresentazione visuale dell'informazione.

La parola *infografica* si è diffusa nell'ambito delle redazioni giornalistiche a partire dagli anni '80⁵³ per definire una nuova forma di comunicazione efficace basata su diagrammi e schemi grafici di sintesi che fossero completamente autoconsistenti e autoesplicativi.

Una definizione personale di infografica potrebbe essere: *"Arte e scienza di rappresentare la complessità in forma multicodicale e attraverso schemi, diagrammi, organizzatori grafici"*.

Infografica è un termine derivato dall'anglosassone *infographics* che è contrazione dell'espressione *"information graphics"*. Si tratta di una parola polisemica, con la quale si intende sia la disciplina di design e ricerca che l'artefatto risultato del

⁵¹ Luca Rosati, L'Information Design come «disciplina della comprensione»
http://lucarosati.it/blog/information_design_come_disciplina_della_comprendione

⁵² Dirk Knemeyer, Information Design: The Understanding Discipline
http://www.boxesandarrows.com/archives/information_design_the_understanding_discipline.php

⁵³ Palilonis J.G., A practical guide to graphics reporting, 2006

progetto infografico. Spesso in alternativa all'inglese *infographics* si possono trovare: *infografia* (molto usata nei paesi di lingua spagnola e portoghese), *information graphic*, *information visualization*, *visual explanation*, *visual design*, *annotated illustration*.

Si tratta di uno strumento di analisi e sintesi visuale al servizio dei lettori per la comprensione più immediata - ma non semplificatoria - di fenomeni complessi. Da un punto di vista grafico è una rappresentazione ibrida: integra parole, immagini e numeri in modo dinamico e fluido.

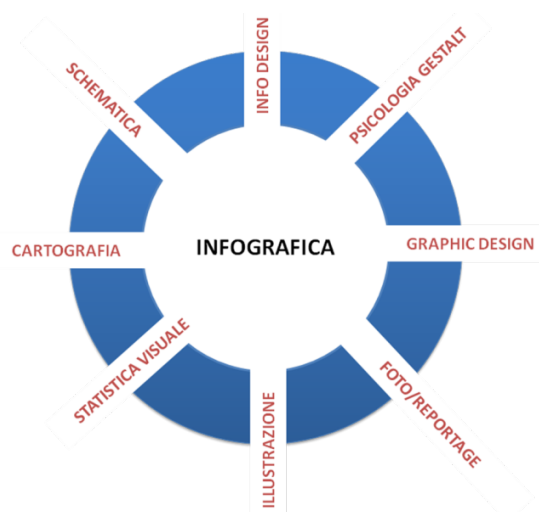


Figura 2-5 – discipline dalle quali l'infografica trae principi e tecniche

L'ipotesi su cui si basa l'infografica è che la modalità di presentazione dell'informazione sia determinante per la comprensione da parte dell'utente e che, rispetto a una presentazione tradizionale ben scritta ma puramente testuale, esista una superiore efficacia se si usano in forma corretta: tavole di sintesi contenenti diagrammi come *labeled graphic*, *flowchart*, *timeline*, *etc.*, *mappe*, *grafici statistici*, *tabelle* e *box di approfondimento*.

Come si è detto, nell'ambito degli studi sulla comunicazione *l'information design* è una meta-disciplina alla ricerca dei principi di modellazione di dati e informazioni al fine di facilitare la costruzione di conoscenza significativa per gli utenti.

L'infografica invece, oltre ad essere divenuta un vero e proprio genere giornalistico, è una *meta-tecnica* di *information design* che sfrutta questi principi di progettazione per combinare elementi testuali e visuali in modo che per il lettore

sia più semplice trovare e capire l'informazione rilevante e in un secondo momento ricordarla ed eventualmente utilizzarla in altri contesti.

L'infografica offre una maggiore profondità di elaborazione al lettore grazie a differenti vie di accesso alla conoscenza: probabilmente non c'è modo più elegante ed efficace di esporre una mole considerevole di dati se non quello di utilizzare grafici statistici e tabelle, o utilizzare una mappa geografica per fornire informazioni di contesto ad una storia. Ma attenzione: mappe e grafici comunicano dati mentre l'infografica, lasciando emergere *pattern* che normalmente non sono visibili, traspone questi *dati* in *informazioni* e *conoscenza* aggregandoli in uno schema organico e leggibile. Il criterio di *efficienza visiva* e *sobrietà estetica* sono alla base di questa tecnica di design: presentare informazioni con il minimo impiego di elementi grafici e testuali al fine di ottenere il massimo rendimento in termini di utilità per l'utente finale.

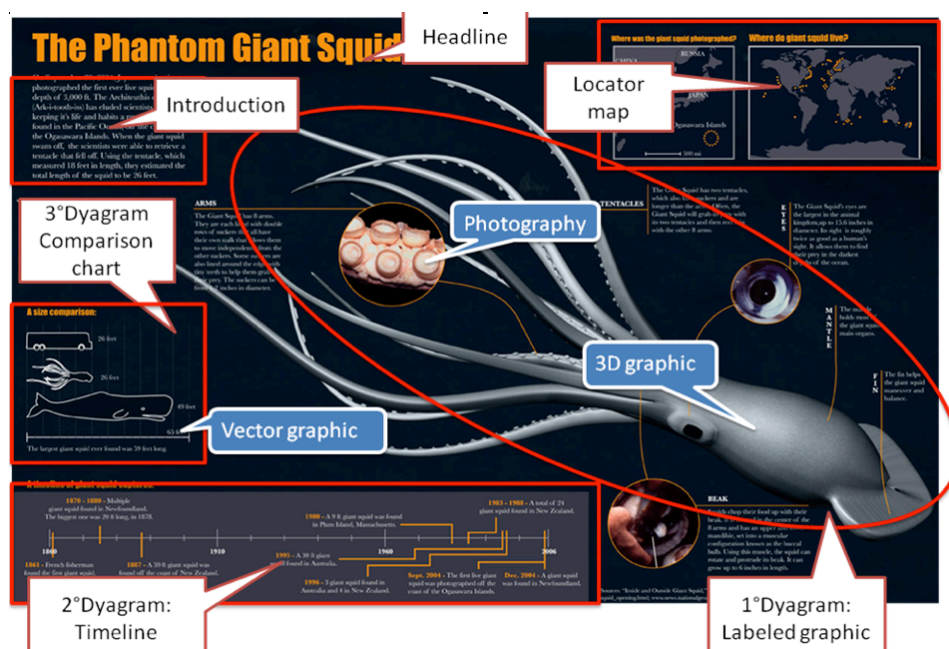


Figura 2-6 Esempio di tavola che integra diversi dispositivi infografici⁵⁴

Questo avviene *segmentando e sequenziando* la complessità dei contenuti in *chunk*⁵⁵ informativi e trasponendola in diversi diagrammi (massimo tre o quattro per ogni tavola) gerarchizzati dal punto di vista del *layout* attraverso la variazione

⁵⁴ Esercitazione di Lindsay Spring (2006), da un corso di Alberto Cairo, l'esponente più conosciuto dell'infografica mondiale; <http://www.albertocairo.com>

⁵⁵ Lidwell W.; Holden K.; Butler J. Principi universali del design, LOGOS, 2005

del “peso visivo”, della posizione e delle dimensioni degli schemi. In figura 2.6 viene presentata una classica infografica a doppia pagina con tre diagrammi e un “locator map”. E’ inoltre possibile notare come vengano impiegati nella medesima visualizzazione diversi stili con differenti livelli di iconicità: *fotografia, grafica 3d, grafica vettoriale, illustrazione*.

2.8.3 Tipo di informazione e relative tecniche di rappresentazione visuale: i dispositivi infografici

Una delle tecniche giornalistiche più utilizzate per inquadrare in un articolo i punti focali di un fenomeno, selezionando solo l’informazione utile per massimizzare la facilità di comprensione è mutuata dagli studi sulla comunicazione di massa di Lasswell (1948) e dal suo *modello delle 5W*. Tale modello semplifica i criteri per l’individuazione delle unità d’analisi degli ambiti di un tema attraverso cinque domande:

- **Who** says? chi è il soggetto che enuncia il messaggio?
- **What**? quale l’oggetto della comunicazione?
- In **Which** Channel? quale canale comunicativo viene usato
- To **Whom**? chi è il soggetto ricevente?
- To **What** effect? Quali le conseguenze della comunicazione?

Una volta individuati questi punti chiave, come tradurre graficamente le risposte?

Il vero cuore di ogni infografica sono i diagrammi, schematizzazioni in grado di rappresentare interi sistemi e processi e fornire un modello mentale⁵⁶ di riferimento al fruitore. Un diagramma non è altro che una rappresentazione astratta della realtà, capace di selezionare informazione di valore, eliminare il “rumore informativo” ed enfatizzare i concetti chiave per un ancoraggio significativo.

Illuminante è la suggestione offerta dalla pittrice americana Georgia O'Keeffe che a proposito del realismo visuale (nel 1943!) osservava: .

⁵⁶ Modello mentale (Calvani 2010b): rappresentazione interna che le persone usano per la comprensione, il ragionamento e la previsione, sono elaborati nella memoria di lavoro confrontando gli schemi della memoria semantica. Sono caratterizzati dalla somiglianza strutturale con il fenomeno in oggetto.

"Nothing is less real than realism...Details are confusing. It is only by selection, by elimination, by emphasis, that we get at the real meaning of things".

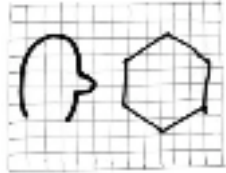
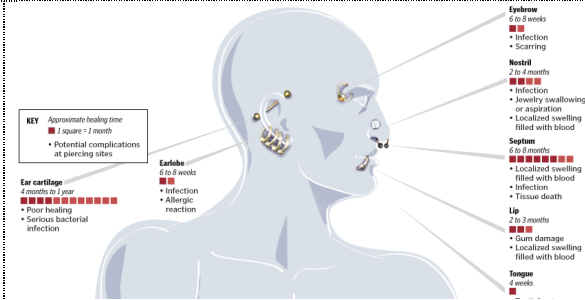
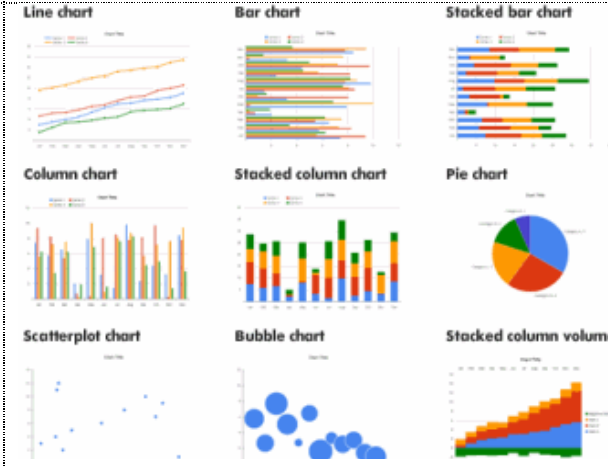
Partendo dal diagramma come strumento di rappresentazione visuale, Dan Roam propone una espansione⁵⁷ e modifica del modello analitico delle 5W in chiave infografica anche se nei suoi testi non utilizza mai questo termine.

Il *modello delle 6W* nella tabella a pagina seguente permette di inquadrare sinteticamente:

- Le *domande* che si deve porre il content designer (infografico) per inquadrare i vari aspetti del problema/fenomeno
- La *tipologia di informazione* da tradurre in visuale
- I *dispositivi infografici* più idonei, ovvero l'espressione diagrammatica più consona alla visualizzazione di quello specifico dominio del sapere.

⁵⁷Dan Roam, "The back of the napkin –Solving problems and selling ideas with pictures" Portfolio 2008

Tabella 2-2 Dal pensiero visuale alla rappresentazione infografica

	Visual thinking	Visual explanation		Applicazione
	Domanda da porsi	Informazione rappresentata	dispositivo innografico	
1	Who / What	Informazione / rappresentazione qualitativa	Portrait/ box descrittivo  Può trattarsi di un riquadro con il profilo di un personaggio o di un diagramma del tipo labeled graphic/lessico illustrato	
2	How much	Informazione / rappresentazione quantitativa	Chart/Grafico  dati statistici in formato visuale, consente al lettore di comparare e contestualizzare	

3

Where

Posizione nello
spazio/relazione
posizionale tra le parti

Mappa (geogr./concettuale)



Visualizza una o più variabili fisiche o astratte
mappate secondo la dimensione spaziale

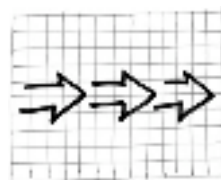


4

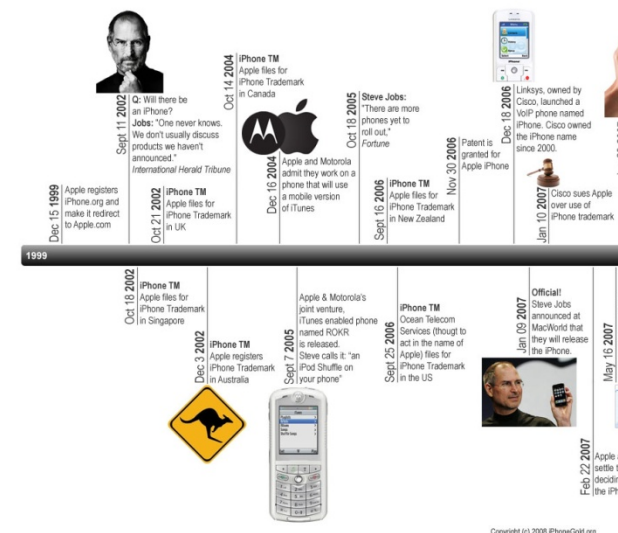
When

Posizione nel
tempo/procedura

Timeline/ diagramma temporale



Metafora del lineare scorrere del tempo,
consente di rappresentare una o più serie di
eventi in successione o step di una procedura



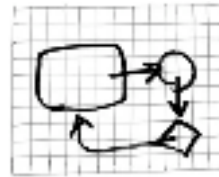
Copyright (c) 2008 iPhoneGold.org

5

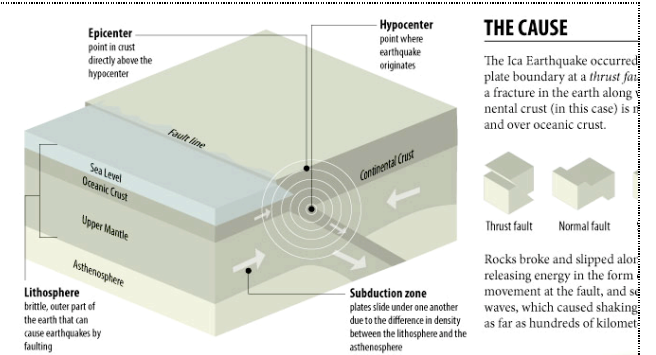
How

Rapporto causa/effetto

Flowchart/ diagramma di flusso



Consente di visualizzare le parti di un sistema e le relazioni causali tra di esse.

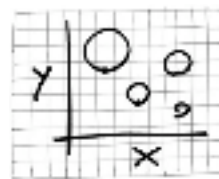


6

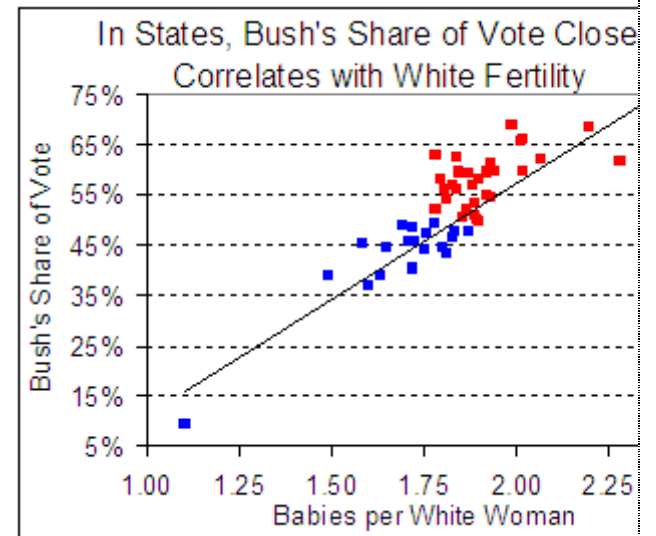
Why

Deduzione + predizione

Scattered plot/ Grafico multivariabile



Consente al lettore di produrre inferenze sulle cause di un fenomeno e previsioni sul suo andamento futuro



2.8.4 *L'efficacia dell'infografica sull'apprendimento: la conferma sperimentale*

Parallelamente a questa affermazione del primato della cultura visuale nel mondo della carta stampata, si sviluppa in ambito accademico un filone di ricerca psicopedagogica volto a valutare l'effettiva efficacia della presentazione delle informazioni in formato multimediale. Richard Mayer (Calvani 2010b) ha contribuito alla comprensione delle basi cognitive dell'apprendimento in particolare per l'uso didattico dei multimedia: *“L'apprendimento ha luogo quando lo studente seleziona parole e immagini rilevanti, le organizza in rappresentazioni coerenti e le integra fra loro e con le conoscenze possedute.”*

Il modello integrato proposto Mayer⁵⁸ nel 2000 si pone come obiettivo la spiegazione dei meccanismi cognitivi alla base dell'apprendimento multimediale a partire da:

- **Teoria della doppia codifica di Paivio** (l'elaborazione dell'informazione visiva e verbale avviene in due canali diversi)
- **Teoria del carico cognitivo (CLT) di Chandler e Sweller** (la quantità di informazione che possiamo elaborare per ogni canale è limitata e quindi un carico eccessivo danneggia l'elaborazione e l'apprendimento)

Il gruppo di ricerca di Mayer parte inoltre dai modelli classici cognitivisti proposti dall'approccio HIP⁵⁹ qualificando il processo di *elaborazione attiva* come un perno centrale della cognizione. Il discente, operando infatti tre principali interventi cognitivi sul materiale in entrata (*selezione dei contenuti, organizzazione dei concetti e integrazione delle informazioni*), è in grado di costruire una mappa mentale utile all'apprendimento di un argomento (Magni 2010).

Mayer identifica tre fasi nella comprensione di uno messaggio infografico:

1. testo e figure entrano nella *memoria sensoriale* e vi sono trattenuti per circa un secondo come immagini o suoni fedeli all'originale;
2. una loro selezione passa nella *memoria di lavoro* che è responsabile del mantenimento temporaneo e dell'elaborazione delle informazioni a breve termine. La memoria di lavoro è coinvolta nelle sue due componenti di *memoria visuospatiale* e *memoria fonologica*: la prima elaborerà il materiale pittorico, la seconda quello verbale e testuale

⁵⁸ Richard E. Mayer è uno psicologo e pedagista dell'Università di Santa Barbara in California.
⁵⁹ Human Information Processing

- le informazioni verbale e pittorica vengono organizzate e integrate in un unico modello grazie a un confronto con le conoscenze precedenti che provengono dalla memoria a lungo termine.

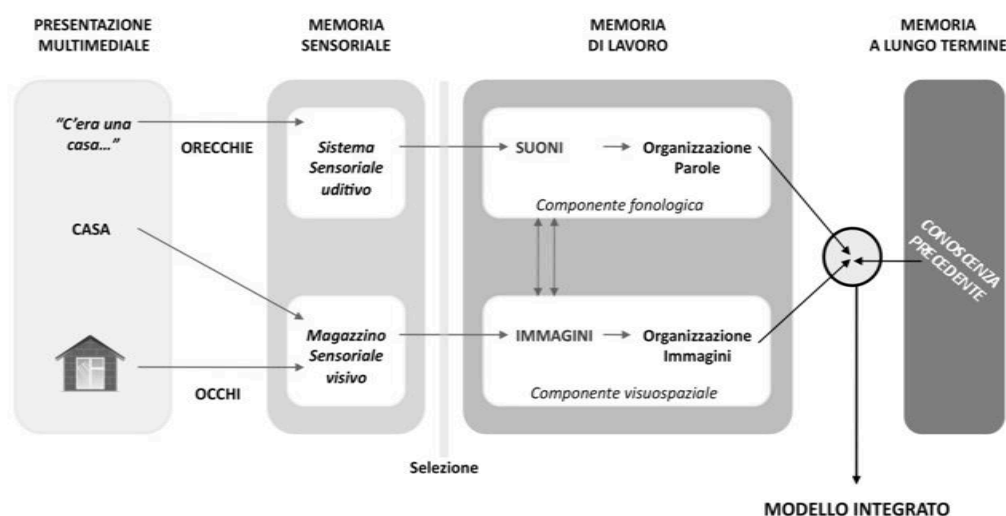


Figura 2-7 Schematizzazione del modello cognitivo dell'apprendimento multimediale elaborato da Mayer. Da sinistra verso destra, le informazioni multimediali provenienti dall'esterno vengono elaborate da memoria sensoriale, memoria di lavoro e infine confrontate con le pre-conoscenze al fine di elaborare il modello integrato⁶⁰.

Per quanto riguarda l'uso delle figure vengono classificati quattro tipi:

- **decorative** (volte a rendere l'oggetto didattico più piacevole, ma prive di un obiettivo formativo specifico)
- **descrittive** (descrivono un singolo elemento dell'oggetto didattico)
- **organizzative** (descrivono relazione tra gli elementi, ad esempio mappe concettuali o grafici)
- **esplicative** (che spiegano come funziona un sistema, ad esempio un'immagine con i frame di un'animazione sul funzionamento di una pompa da bici o di un freno).

In particolare per quanto concerne il rapporto testo/figura le annotazioni sulle illustrazioni dovrebbero essere:

- **concentrate**: le idee principali sono riportate sia nell'illustrazione che nel testo,
- **concise**: le informazioni estranee all'obiettivo principale dell'apprendimento devono essere escluse o ridotte al minimo; lo stesso vale per colori e dettagli non necessari;
- **corrispondenti**: testi e figure corrispondenti devono esser presentati sulla stessa pagina il più vicino possibile;
- **concrete**: testo ed illustrazioni sono presentate in una maniera che permetta una visualizzazione di fenomeni ancorati alla realtà; *coerenza*: il materiale presentato deve avere una struttura chiara, seguire quindi un modello come quello causa/effetto;

⁶⁰ Schema rielaborato da Alessandro Magni nella sua tesi di laurea dal titolo: "PROGETTARE MATERIALI DIGITALI PER L'APPRENDIMENTO Multimedialità e ipermedia a contatto con vecchi e nuovi stili di apprendimento", Università Milano Bicocca 2010

- **comprensibili:** testo e illustrazioni devono essere presentati in un formato familiare ai discenti perchè possano applicare la loro esperienza pregressa.

Mayer è interessato a misurare la ricaduta della modalità di presentazione multimediale in termini di profondità dell'apprendimento e con questo obiettivo di ricerca disegna e conduce una serie di tre esperimenti (Mayer et al 1996) in cui viene richiesto a 56 studenti di un college americano senza una formazione preliminare in meteorologia, di apprendere il processo di generazione dei fulmini attraverso l'erogazione di materiale didattico in autoapprendimento.

Gli esperimenti sono basati su due tipi di test che valutano il ricordo e la comprensione. Per *ricordo* (o *retention*) si intende l'abilità del discente di riprodurre il materiale presentato - ad esempio scrivere quanto si è appena letto - mentre per *comprensione* si intende l'abilità di comprendere quanto si è studiato e usarlo in situazioni nuove (*problem solving test*); questa fondamentale capacità, considerata il "vero apprendimento" viene anche chiamata *transfer*.

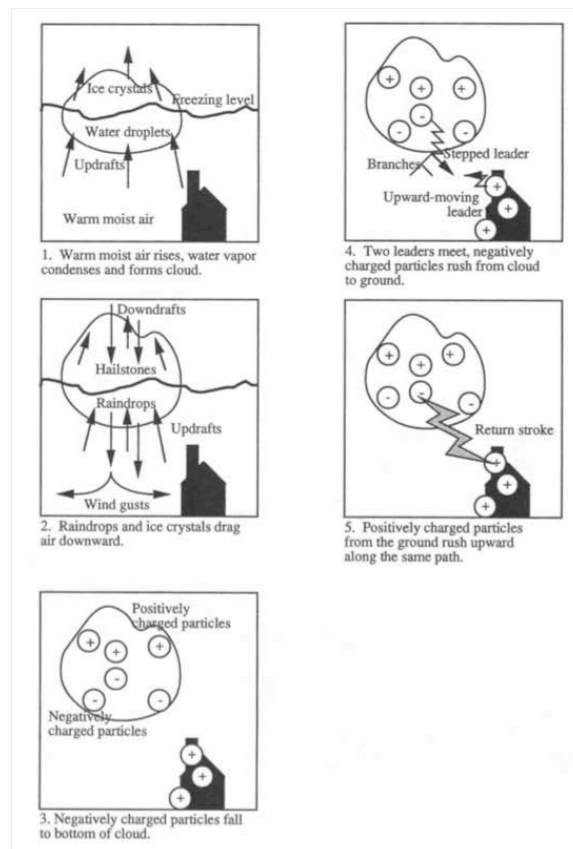


Figura 2-8 Schema infografico passo-passo per spiegare il fenomeno dei fulmini (Mayer, R. E., Gallini, J. K. , 1996)

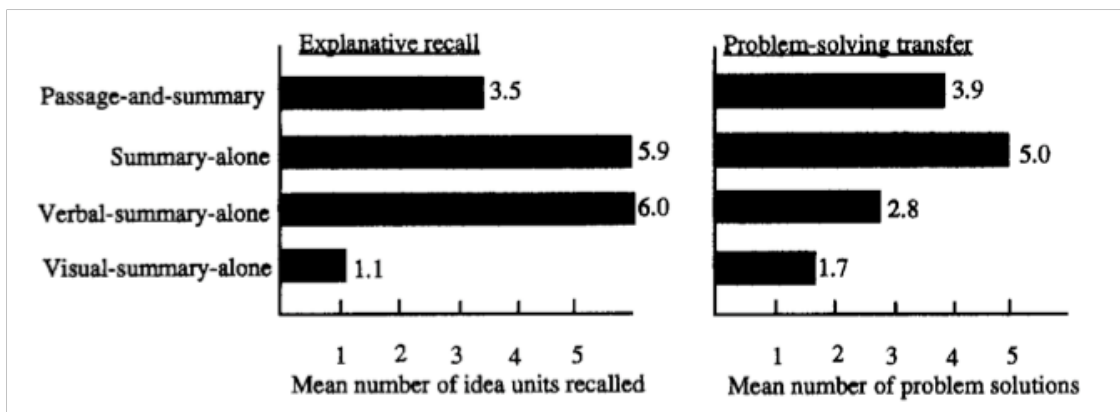


Figura 2-9 Risultati dei primi esperimenti sull'efficacia dei principi di Multimedia Learning
Mayer, R. E., Gallini, J. K. (1990)

Nei test eseguiti, dopo aver somministrato una presentazione multimediale, (Mayer 1996) seguiva un compito di memoria e uno di transfer.

I format di questi *learning object* usati per la presentazione dei tema didattico sono i seguenti:

- Un testo alfabetico di 600 parole
- Una sintesi infografica (che Mayer chiama annotated illustration) in tre modalità
- Solo una sequenza di illustrazioni
- Solo una sequenza di didascalie
- Una presentazione integrata di testo e figure che illustrano il processo
- Una sintesi infografica con una breve introduzione testuale (da 50 a 550 parole)

I risultati dei test che sono mostrati nella figura portano il gruppo di lavoro di Mayer ai seguenti risultati:

1. Esperimento 1: le performance di apprendimento sono uguali o migliori per gli studenti che hanno ricevuto la sola sintesi infografica rispetto al gruppo che ha ricevuto istruzioni testuali
2. Esperimento 2: è sufficiente eliminare dal diagramma o le didascalie testuali o le illustrazioni per annullare il positivo effetto di integrazione multimediale
3. Esperimento 3: aggiungere testo introduttivo alla spiegazione infografica peggiora le prestazioni.

Questi esperimenti che chiaramente dimostrano l'efficacia della tecnica di visualizzazione infografica stimolano Mayer a proseguire introducendo alcune manipolazioni sperimentali sulla presentazione del materiale; di seguito vengono presentati presentati alcuni principi cardine emersi dall'evidenza sperimentale.

2.9 I principi della Multimedia Learning Theory

“Come fa notare Ignacio Ramonet (La tirannia della comunicazione, 1999), durante gli ultimi 30 anni, si sono prodotte nel modo più informazioni che nei precedenti 5000, mentre una sola copia dell’edizione domenicale del New york times contiene più informazioni di quante ne potesse acquisire una persona colta nel XVIII sec durante tutta la sua vita [...] è difficile, anzi impossibile e finanche endemicamente dannoso assorbire e assimilare un tale volume di informazioni”

Z.Bauman, Vite di corsa

Il gruppo di ricerca di Mayer continua ancora oggi a lavorare sulla teoria dell’apprendimento multimediale attraverso prove sperimentali volte a confermare l’esistenza di principi fondamentali per la comunicazione didattica basata su *multimedia statici, animati, interattivi*.

Ad oggi i principi della *Multimedia Learning Theory* (MLT) sono vere e proprie linee guida per la costruzione di quelli che Mayer chiama “multimedia instructional messages”, ovvero learning object basati sull’infografica per la didattica. Tali messaggi non sono altro che un aggregato di parole (testo o audio) e figure (statiche o dinamiche) volte a promuovere l’apprendimento significativo. Di seguito si presenta una tabella che li sintetizza e un’analisi più approfondita di alcuni di essi.

Tabella 2-3 Principi di Multimedia Learning Design (MLD) – (Mayer 2009)

Coerenza	parole e immagini devono essere coerenti tra loro altrimenti nel capire il legame tra figura e testo si perde solo tempo
Segnalazione	Si apprende meglio quando le parole utilizzate nella presentazione fungono anche da suggerimento per l’organizzazione della presentazione stessa
Ridondanza	le immagini non devono duplicare il concetto ma lo devono spiegare
Vicinanza spaziale	parole e figure corrispondenti, vicine spazialmente sulla pagina o sullo schermo permettono un’integrazione immediata delle informazioni

Vicinanza temporale	parole e figure corrispondenti, presentate simultaneamente sullo schermo permettono un'integrazione immediata delle informazioni
Segmentazione	Si apprende meglio quando l'informazione è spezzettata in diversi blocchi concettuali
Pre-training	Si apprende meglio se parole e concetti utilizzati durante la presentazione sono già conosciute
Modalità	si apprende meglio se l'informazione è presentata in modalità diverse
Multimedia	si apprende meglio da presentazioni che associano parole a figure
Personalizzazione	uno stile non formale permette un maggiore apprendimento
Uso della voce	Si apprende meglio se durante la presentazione si utilizza una voce umana, piuttosto che una generata artificialmente
Uso di immagini	L'utilizzo dell'immagine del veicolatore di informazioni (presentatore) non è né un fattore facilitante l'apprendimento durante la presentazione né ostacolante

Principio della multimedialità (Mayer 2009): *il discente impara meglio da un messaggio presentato con parole e figure/animazioni rispetto ad uno composto solo con parole.*

Quando le parole e le figure sono presentate insieme, i discenti costruiscono modelli mentali verbali e pittorici interconnessi. A sostegno di questo principio ci sono diverse evidenze empiriche: in sei dei nove test condotti da Mayer, i discenti che hanno studiato col formato testo e illustrazioni o animazioni hanno avuto migliori risultati nei test di retention di quelli che hanno studiato solo sui testi. In tutti e nove i test di transfert gli studenti che hanno studiato sul materiale multimediale hanno avuto i migliori risultati.

Principio della contiguità spaziale (Mayer 2009, vedi anche Chandler & Sweller): *secondo questo principio, l'apprendimento è migliore quando le parole e le corrispondenti figure vengono presentate vicine sulla pagina o sullo schermo.* Quando una parola/etichetta e la sua rispettiva figura sono spazialmente adiacenti, i discenti non devono usare risorse cognitive per cercarle ed è più facile che vengano mantenute entrambe contemporaneamente nella memoria di lavoro. Quando questi elementi sono presentati distanti, si verifica una deviazione di risorse cognitive per l'operazione di accoppiamento parola/immagine, ed è inoltre molto meno probabile che vengano mantenuti entrambi nella memoria di lavoro. Nei due test condotti, il test di retention era migliore quando testo e immagini

corrispondenti erano presentati vicini e in tutti e cinque i test di transfert, chi aveva studiato su materiali che seguono questo secondo principio, ha avuto i migliori risultati.

Principio della contiguità temporale (Mayer 2009): è complementare al precedente e dice che *gli studenti imparano meglio quando le parole e le figure corrispondenti sono presentate simultaneamente* affinché il discente mantenga nella memoria di lavoro entrambe le rappresentazioni allo stesso tempo e possa costruire connessioni tra le rappresentazioni verbali e visive. Questo avviene anche se il tempo che intercorre tra la presentazione tra testo e animazione è molto breve.

Principio della coerenza (Mayer 2009): *l'apprendimento migliora quando non sono presenti materiali estranei alla spiegazione dell'argomento in quanto competono con il "main content" per l'utilizzo delle risorse cognitive nella memoria di lavoro.* In particolare la qualità dell'apprendimento si deteriora nel caso in cui in un oggetto didattico siano usate, parole, suoni musicali non rilevanti (e migliora nel caso in cui vengano eliminate). Si tratta dell'eliminazione dei *dettagli seduttivi*.

Principio della modalità (Mayer 2009): *gli studenti imparano meglio da una presentazione con animazioni e narrazioni piuttosto che da animazione, narrazione e testo su schermo.* E' da privilegiare quindi il "parlato" alle lunghe didascalie. Infatti quando figure/animazioni e testo sono presentati entrambi in modalità grafica, il canale visuale subisce un sovraccarico, mentre quello uditivo/verbale rimane inattivo. Quando le parole non sono presentate come testo sullo schermo ma come testo letto da uno speaker, possono essere elaborate dal canale uditivo, lasciando a quello visivo l'elaborazione delle figure.

Principio della (non) ridondanza (Mayer 2009): *l'apprendimento è migliore quando si somministra animazione e narrazione piuttosto che narrazione, animazione e testo scritto su schermo.* Questo avviene, in linea con quanto detto per il principio precedente, perché quando le figure e le parole sono presentate entrambe in modalità grafica, il canale visivo si sovraccarica.

Principio delle differenze individuali (Mayer 2009): *gli effetti di una progettazione multimediale non curata sono più importanti sulle persone in possesso*

di una minore conoscenza sull'argomento e su coloro che hanno meno abilità spaziale (vedi anche *Expertise Reversal Effect* di Kalyuga, Ayres, Chandler, Sweller 2003). Gli studenti con grado più elevato di preconoscenze possono infatti supplire alle mancanze di progettazione: ad esempio per loro è più semplice creare ed eventualmente ruotare immagini mentali a partire da parole, mentre i soggetti in possesso di minori conoscenze avranno maggiori difficoltà. Inoltre la progettazione infografica efficace impatta in modo minore per coloro che possiedono un "high-spatial learning" piuttosto che sui soggetti con una "low-spatial learning". L'abilità spaziale è definita abilità di generare, mantenere e manipolare le immagini mentali visive. I messaggi multimediali essendo sia verbali che visivi, richiedono agli studenti di formare, mantenere e usare immagini mentali. L'abilità spaziale elevata permette agli studenti di trarre vantaggio dalle presentazioni multimediali anche se non sono di alta qualità. Questo significa che il design accurato fa recuperare questo svantaggio a chi è meno dotato in termini di capacità di manipolazione visuo-spaziale.

2.10 La base dell'apprendimento multimediale: il carico cognitivo

Di seguito vengono presentate sinteticamente le teorie che sono alla base della *Multimedia Learning Theory* di Mayer e che forniscono insieme ad essa il frame teorico per impostare la progettazione di contenuti didattici per l'apprendimento.

2.10.1 La teoria della doppia codifica di Paivio (1991)

La teoria sostiene che nella mente esistono due sistemi di codifica distinti per l'elaborazione dell'informazione e la sua rappresentazione cognitiva:

- **il sistema verbale** deputato alla codifica delle informazioni verbali/linguistiche, (quindi, nell'apprendimento multimediale è il sistema che analizza il parlato/il testo)
- **sistema non verbale** che analizza le informazioni visive e le immagini mentali.

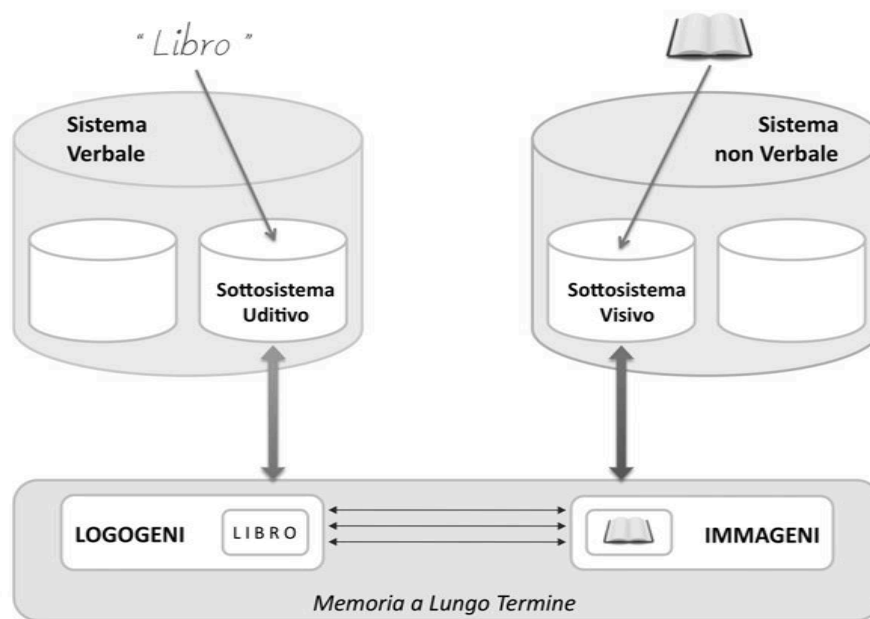


Figura 2-10 Schema della doppia codifica secondo Paivio adattato da Magni (2010): dall'alto dello schema le informazioni esterne procedono verso il basso, entrando attraverso i sensi vengono elaborate dai due sistemi e confrontati con il contenuto della memoria a lungo termine.

Ognuno di questi sistemi lavora in differenti modalità: a seconda del canale sensoriale che viene attivato si parlerà di *sottosistema visivo*, *uditivo*, *tattile* (Mammarella, Cornoldi 2005). Se si riceve uno stimolo sonoro (es.: una parola), questo verrà codificato dal sistema verbale in modalità uditiva e confrontato con un'unità mnemonica di base, detta *logogeno* ovvero la rappresentazione della parola nella memoria semantica a lungo termine.

Il *sistema non verbale* agisce in modo complementare: quando viene presentato uno stimolo visivo (es.: un'illustrazione), la sua codifica è a carico del *sistema non verbale*, che, operando in modalità visiva confronta l'informazione in ingresso con le unità di base nella memoria a lungo termine chiamate *immagini*.

L'evidenza sperimentale più interessante di questa teoria riguarda l'*effetto di superiorità delle figure*: quando viene chiesto di rievocare una lista di figure ed una di parole, il ricordo risulta migliore per le figure; questo, secondo Paivio (1971), avviene perché i soggetti codificano una figura non solo visivamente ma anche verbalmente (quindi attraverso *annominazione*). I risultati sperimentali

suggeriscono che la memoria trae vantaggio da una doppia codifica: si ha maggiore probabilità di etichettare verbalmente un'immagine che di creare immagini mentali a partire da parole e questo vale ancor di più se la figura è ripetuta.

2.10.2 La teoria del carico cognitivo di Chandler e Sweller (CLT)

In accordo con la teoria della doppia codifica gli studi di questi autori evidenziano che, se durante un compito di apprendimento le informazioni visuali e verbali vengono presentate in modo armonico, integrato e non ridondante la prestazione del discente migliora notevolmente.

Pertanto è la *modalità di presentazione dell'informazione* ad influenzare l'esecuzione di un task in quanto modifica la capacità di gestione delle risorse cognitive disponibili per il raggiungimento dell'obiettivo di apprendimento.

I risultati sperimentali portano Chandler e Sweller (2005) ad affermare che *riducendo il carico cognitivo associato alla costruzione delle rappresentazioni, lo studente avrà maggiori risorse da direzionare sul processo di apprendimento.*

Sweller, in riferimento a tale modello del sistema cognitivo umano, introduce il concetto fondamentale di *carico cognitivo (cognitive load)*, intendendo con tale termine *“il carico imposto alla memoria di lavoro dall'informazione che viene presentata”* (Sweller 2005, p. 28).

Secondo Chandler e Sweller il carico cognitivo può essere suddiviso in tre differenti tipologie:

1. **Estraneo (extraneous):** “Il carico di lavoro estraneo (CCE) è causato da un'inappropriata progettazione dell'istruzione che ignora i limiti della memoria di lavoro e fallisce nel concentrare le risorse della memoria di lavoro sulla costruzione e l'automazione di schemi” (Sweller, 2005, p. 26);⁶¹
2. **Intrinseco (intrinsic):** “Il carico di lavoro intrinseco (CCI) è il carico cognitivo derivante dalla naturale complessità dell'informazione che dev'essere processata. Esso è determinato dalle relazioni e dai livelli di interattività degli elementi. [...] Molto spesso infatti non si possono apprendere determinati argomenti senza apprenderne contemporaneamente altri. [...] La comprensione e l'apprendimento di materiali aventi fra loro un'elevata interattività, risultano difficili per una specifica e importante

⁶¹ Sweller, J. 2005, *Implications of Cognitive Load Theory for Multimedia Learning*, Cambridge University Press, New York.

ragione: perché un'elevata interattività degli argomenti e dei contenuti impone un elevato carico cognitivo alla memoria di lavoro" (Sweller, 2005, p. 27);

3. **Pertinente o rilevante (germane):** "Il carico di lavoro pertinente (CCP/CCR) è l'effettivo carico cognitivo. E' il carico cognitivo causato dallo sforzo di apprendimento risultante dalla costruzione e l'automazione di schemi" (Sweller, 2005, p. 27).

Tali esperimenti conducono anche al *worked example principle* (*Esercizi con procedure svolte*) secondo il quale è sperimentalmente provato che gli esercizi svolti di matematica riducono la tendenza ad utilizzare strategie cognitive come l'analisi mezzi-fini ed invitano a focalizzare l'attenzione sugli stati del problema permettendo performance più elevate. Quindi studiare gli esercizi già svolti può regolare il carico cognitivo intrinseco e facilitare l'apprendimento.

Schnotz e Kürschener (2007) sostengono che il carico pertinente viene influenzato dalla natura del carico intrinseco e sono necessariamente proporzionali (alto CCI → alto CCP) ; il *carico cognitivo pertinente* contiene al suo interno tutte le funzioni che mirano all'autoregolazione dell'apprendimento pertanto

- I processi metacognitivi
- L'applicazione consapevole di strategie e procedure non automatizzate
- La strutturazione di schemi mentali a partire da una loro individuazione nei materiali⁶²

Gli stessi autori tentano di ricondurre ad una felice sintesi la teoria del CL con la ZSP – Zona di Sviluppo Prossimale⁶³ (Vygotskij 1990) e sottolineano l'importanza di regolare in base al livello di preparazione dello studente

- la complessità del compito
- il livello di supporto dell'adulto

La ZSP per un dato livello di Expertise raggiunto dallo studente consiste dunque nella differenza tra il grado di difficoltà che lo studente può affrontare senza guida rispetto alla complessità del task che può risolvere se guidato con qualche forma di tutoring.

⁶² Teorie dell'istruzione e carico cognitivo, A.Calvani, Erickson, 2009

⁶³ Nella teoria di Lev Vygotskij la zona di sviluppo prossimale (ZSP) è un concetto fondamentale che serve a spiegare come l'apprendimento del bambino si svolga con l'aiuto degli altri. La ZSP è definita come la distanza tra il livello di sviluppo attuale e il livello di sviluppo potenziale, che può essere raggiunto con l'aiuto di altre persone, che siano adulti o dei pari con un livello di competenza maggiore.

Quando il CCI in rapporto alla expertise degli allievi è troppo complesso tale compito va riconfigurato in termini di complessità e difficoltà affinché la prestazione dell'allievo possa essere riportata *all'interno della sua ZPS*. Questo può avvenire attraverso due tecniche:

- Il *chunking* o scomposizione del compito
- *Sequencing* ovvero la sequenzializzazione in base a criteri di progressività

Integrazione tra Infografica e Multimedia Learning Theory

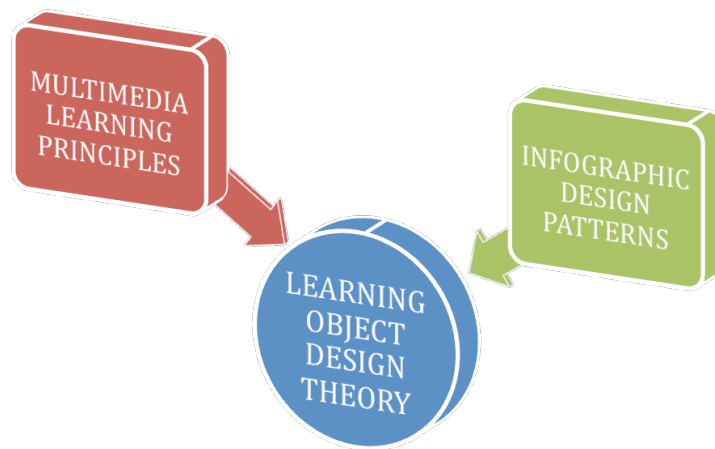


Figura 2-11 Ipotesi di Learning Object Design Theory basata sui principi di MLD e le tecniche infografiche

Sono stati presentati due ambiti focalizzati sull'efficacia comunicativa delle presentazioni visuali per trasmettere informazioni e generare apprendimento significativo.

Si è inizialmente introdotta l'*infografica* come applicazione di *information design* che si esprime con tecniche di analisi e sintesi visuale. Nella seconda parte sono stati enunciati i principi del *multimedia learning design (MLD)* per la gestione del carico cognitivo (CLT) come linee guida per la progettazione di contenuti didattici. In particolare le ricerche di R.Mayer a proposito della superiore efficacia della *visual explanation* rispetto alle modalità tradizionali di comunicazione testuale/verbale sono supportate da un'importante evidenza sperimentale e costituiscono la base scientifica della funzionalità dell'infografica per rappresentare fenomeni complessi agevolandone la comprensione nel lettore/discente.

Nonostante i punti di contatto tra le discipline siano molti purtroppo si tratta di due mondi che non comunicano. Basti pensare alle differenze solo formali dei linguaggi rispetto ad una sostanziale identità dei contenuti. Ad esempio in ambito

accademico non si usa il termine *infografica* e nella didattica si parla di *organizzatori grafici* quando l'oggetto del disquisire è praticamente il medesimo.

Si auspica pertanto che i risultati della ricerca sul *multimedia learning design* e le buone pratiche emerse in decenni di esperienza nella *progettazione infografica* possano trovare un punto di incontro proprio in una *teoria unificante del Learning Object Design* focalizzata sui bisogni dei discenti e sulle caratteristiche cognitive dei loro processi di elaborazione dell'informazione e di apprendimento.

2.11 UX design: progettare l'esperienza per la soddisfazione dell'utente/discente

Nella sezione precedente si è descritto l'orizzonte di ricerca applicata aperto dalla *multimedia learning theory* e dal filone di studi sorto intorno alla CLT che intende indagare sperimentalmente i principi psicologici di base che governano l'apprendimento attraverso l'uso di contenuti digitali. Un esempio di multimedia learning è la tecnologia didattica dei Learning object, oggetti multimediali progettati per l'apprendimento secondo le teorie classiche dell'instructional design e definiti come "atomi di conoscenza" autoconsistenti. Questi contenuti didattici digitali hanno la peculiarità di poter essere utilizzati in contesti diversi e assemblati agilmente per organizzare percorsi di istruzione rapidi ed efficaci. Con il diffondersi del web in ogni ambito della vita quotidiana i learning object possono essere una delle possibili soluzioni per il training *anywhere/anytime* permettendo ai fruitori di poter personalizzare direttamente la propria formazione indipendentemente dalle piattaforme di erogazione: *LMS, Mobile, App per tablet* e in un prossimo futuro le *console per videogiochi* che stanno diventando dei veri e propri media center per la casa. Il *multimedia learning design* si avvale dei risultati della ricerca scientifica abbracciando un approccio aperto e per sua natura multidisciplinare ma non tiene conto del contesto d'uso dei learning object che posso essere fruiti in contesti diversi e con supporti diversi. La questione del setting e delle disposizioni individuali dell'utente di ogni peculiare esperienza di interazione.

E' questo il campo dello *User Experience Design* un approccio olistico alla progettazione di oggetti e servizi digitali che punta a studiare nel suo complesso l'interazione dell'utente con gli artefatti multimediali tenendo in considerazione non solo la funzionalità ingegneristica ma anche i fattori estetici, emozionali e ambientali come il contesto d'uso.

Appare evidente che anche i metodi e le tecniche di ricerca su cui si basa il design dell'esperienza necessitano di ibridare diversi approcci spaziando *dall'interazione uomo macchina (HCI)* alla *psicofisiologia*, *dagli studi etnografici* alla *psicologia*

sperimentale. Partendo dal presupposto che la progettazione didattica e la progettazione multimediale condividono il merito di mettere la persona, l'utente, il discente al centro di ogni azione, credo esistano molti punti di collegamento tra questi due mondi. Per questo, l'obiettivo di questa sezione è individuare le tecniche di ricerca osservativa e qualitativa che possono costruire un ponte tra la progettazione multimediale per la didattica e il design centrato sull'esperienza degli utenti finali.

2.12 La ricerca qualitativa in User Experience Design

User Experience (abbreviated: UX) is the quality of experience a person has when interacting with a specific design. This can range from a specific artifact, such as a cup, toy or website, up to larger, integrated experiences such as a museum or an airport."

User Experience Network
(www.uxnet.org)"

La *teoria dell'azione situata* (*Situated Action*, Suchman, 1987) sostiene che la relazione tra conoscenza, azione degli individui e contesto in cui ha luogo l'azione stessa siano inestricabili. Si fa sempre più strada la necessità di arrivare a un controllo preventivo, ad una progettazione di questa complessità dell'interazione uomo/artefatto/contesto proprio perché si è compreso come un approccio solamente *User Centered* sia insufficiente rispetto allo scopo.

La *progettazione dell'esperienza utente* è un ambito professionale e scientifico decisamente giovane, attraversato da accese discussioni su contenuti e confini disciplinari. Essendo lo scenario in costante e rapida evoluzione introduce nuove sfide per designer e ricercatori che dovranno certamente pensare nuovi strumenti e approcci al problema. Queste difficoltà nascono dal fatto che la *User Experience* – o più semplicemente *UX* è rappresentabile solo come un frame di pratiche perché non è una tecnica o una procedura da applicare a un prodotto piuttosto l'*UXD* è correlato alle modalità di ideazione, progettazione e valutazione dell'interazione con la tecnologia.

UX può essere definita come la reazione soggettiva derivante dall'interazione del fruitore con sistemi/contenuti multimediali; ha carattere "positivo" (De Angeli 2008) in quanto non cerca solo di "fotografare" una situazione ma cerca di

migliorare il design di un oggetto introducendo elementi (piuttosto che eliminando problemi come *l'usabilità*⁶⁴). La UX, pur affondando le radici negli studi di Interaction Design e Usabilità, trascende queste componenti per abbracciare una visione più olistica e multidimensionale. Proprio questo suo essere un campo d'azione "in cerca d'autore" è anche il grande limite della User Experience. Di seguito si propongono alcune schematizzazioni che lasciano intuire la permeabilità degli studi UX alle contaminazioni metodologiche.

Nel framework di Arhippainen e Tahti ad esempio non è l'utente al centro della UX ma l'interazione tra utente/fattori sociali/fattori culturali/contexto d'uso/prodotto che danno vita alla UX.

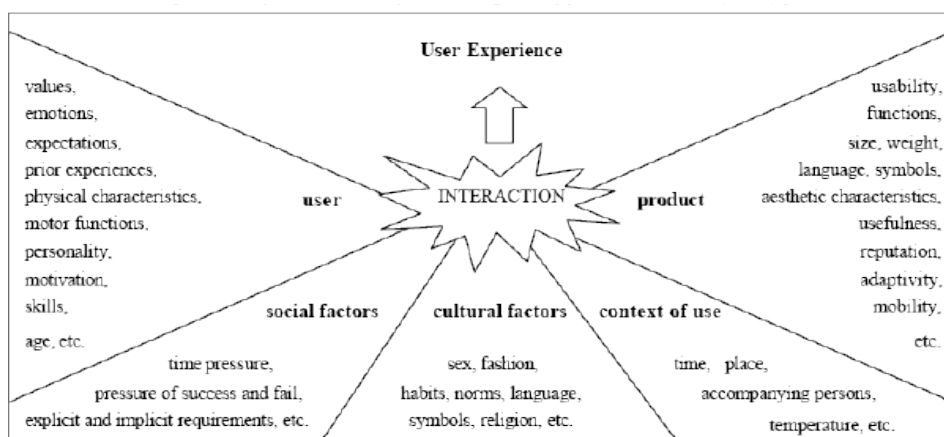


Figura 2-12 Arhippainen and Tahti's user experience framework (Arhippainen & Tahti, 2003)

Antonella De Angeli (2008) della Manchester Business School⁶⁵, pone invece l'accento su tre macro-dimensioni: *edonistica, pragmatica e simbolica* e sui fattori ad essa correlati. Nella tabella che ho ricostruito a partire da un suo contributo è stata aggiunta una colonna per le discipline di UX correlate.

⁶⁴ Il termine *usabilità* non si riferisce a una caratteristica intrinseca dello strumento, quanto al processo di interazione tra classi di utenti, prodotto e finalità. È però d'uso comune - per estensione - l'uso di questo termine in forma di aggettivo (es: questo strumento è particolarmente usabile).

Il problema dell'usabilità si pone quando il modello del progettista (ovvero le idee di questi riguardo al funzionamento del prodotto, che trasferisce sul design del prodotto stesso) non coincide con il modello dell'utente finale (ovvero l'idea che l'utente concepisce del prodotto e del suo funzionamento).

Il grado di usabilità si innalza proporzionalmente all'avvicinamento dei due modelli (modello del progettista, e modello dell'utente).

⁶⁵ http://www.p-arch.it/1950/2/slides_deangeli.pdf

Tabella 2-4 Dimensioni e fattori della UX per Antonella De Angeli

DIMENSIONE	FATTORE	DISCIPLINA
Edonistica	Visual Aesthetic	Visual Design
Pragmatica	Functionality	Interaction Design
	Intuitiveness	Information Design
	Structure	Information Architecture
	Ease of Use	Usability
Simbolica	Brand	Marketing

Sottolineare la labilità dei confini della ricerca in UX non impedisce di definire le tecniche di ricerca che emergono come isole di intersezione tra le discipline UX stesse. Di seguito si procederà con una rassegna di alcuni *metodi di tipo qualitativo*⁶⁶ di derivazione etnografica o comunque afferenti al mondo della ricerca sociale che sono molto usati per orientare il processo di UX Design.

2.12.1 Contextual Inquiry and Field observation

I tradizionali test di usabilità pur fornendo una mole notevole di dati, rimangono comunque studi di laboratorio e rimuovono di fatto l'utente dall'ambiente, dal "mondo reale" in cui userebbe effettivamente l'oggetto multimediale.

Gli studi sul campo eseguiti in un contesto naturale permettono invece di capire come si comportano gli utenti spontaneamente e in che modo la tecnologia modifica la loro interazione in un contesto situato. Il loro scopo principale consiste nell'effettuare una vera e propria profilatura degli utenti identificandone bisogni e tratti identitari, ricercando pattern di comportamento riconoscibili rispetto alla cornice contestuale.

L'osservazione sul campo è il miglior modo per determinare i bisogni e le aspettative in termini di UX. *Contextual inquiry* è un metodo di intervista sul campo che si configura come un processo di scoperta *non valutativa*. Il presupposto è considerare l'utente come un partner nel processo di design e l'obiettivo è scoprire

⁶⁶ Sono tratti e adattati da un ebook di James Hom (1998), The Usability Methods Toolbox Handbook; <http://www.idemployee.id.tue.nl/g.w.m.rauterberg/lecturenotes/UsabilityMethodsToolboxHandbook.pdf>

il maggiore numero di dettagli possibile sul contesto d'uso dell'artefatto cognitivo o fisico in esame.

Operativamente l'intervista è di tipo non strutturato per instaurare una dialogo più naturale con i fruitori ed è utile per meglio inquadrare idee, opinioni, informazioni ambientali e relazionali. Essendo un metodo di derivazione etnografica⁶⁷, il *contextual inquiry* è una tecnica di medio/lungo periodo da utilizzare soprattutto nei primi stati di sviluppo o introduzione di un artefatto in quanto fornisce dati molto precisi sugli effetti del contesto sull'uso e sulla disposizione degli utenti nei confronti dell'artefatto stesso⁶⁸. L'indagine del contesto è di fatto *un'osservazione sul campo*. La tecnica di indagine - dato che generalmente le visite sul campo durano solo alcune ore - impone di raccogliere il maggior numero possibile di informazioni che verranno sistematizzate immediatamente dopo.

2.12.2 Thinking Aloud Protocol

Si tratta di una popolare tecnica usata durante i test di usabilità in laboratorio durante i quali agli utenti viene fornito uno scenario d'uso e una serie di compiti da eseguire. Questi verbalizzano pensieri, opinioni e sensazioni mentre eseguono i task assegnati. La consegna prevede la descrizione dell'oggetto, della loro azione, la loro motivazione e le loro prime impressioni rispetto al sistema multimediale nel complesso.

Di primaria importanza sono i dati che è possibile raccogliere rispetto all'usabilità dell'interfaccia e alla chiarezza della terminologia usata sia per i contenuti che per le etichette dei menu di navigazione. Oltre agli evidenti vantaggi economici, questo protocollo consente una immediata interpretazione dei modelli mentali degli utenti fornendo suggerimenti e veri e propri *insight* per trovare in loco le soluzioni ai problemi di progettazione.

Esistono però degli svantaggi: è una tecnica innaturale e artificiosa perchè i compiti non sono svolti in modo totalmente istintivo e si è spinti a una

⁶⁷ Tamakoshi, Laura, 1996, Field Methods, and Field Notes. Online Web pages at <http://www.truman.edu/academics/ss/faculty/tamakoshi/>. Describes Tamakoshi's methods used during her anthropological research in Papua New Guinea. Geared toward anthropology folks, but still useful.

⁶⁸ Participatory Design: Principles and Practice. Lawrence Earlbaum, Hillsdale, NJ. 1993:180-193.

vebalizzazione forzata che necessariamente dilata i tempi di interazione non permettendo di valutare l'efficienza del sistema.

2.12.3 Co-Discovery Method

Anche chiamato *metodo delle Interazioni costruttive* è un protocollo di osservazione dell'usabilità durante il quale generalmente a due soggetti viene richiesto di lavorare insieme interagendo con un sistema multimediale e l'osservatore (non partecipante) ascolta la loro conversazione raccogliendo dati con carta e matita o direttamente videoregistrando la prestazione. Il vantaggio immediato è che, essendo più naturale del *thinking-aloud*, ha una *maggiore validità ecologica* dato che rispecchia una classica modalità di interazione a più mani con le tecnologie. Un'interessante variante consiste nel Co-discovery learning⁶⁹ che combina un utente di media esperienza e un utente inesperto chiedendo a quest'ultimo di usare l'artefatto chiedendo aiuto ogni volta che sia necessario.

2.12.4 Question asking protocol

Evoluzione del *thinking aloud* sposta l'asse dell'osservatore facendolo partecipare attivamente con domande specifiche nei punti chiave dell'interazione.

L'obiettivo è stimolare l'emersione delle difficoltà (Dumas et al 1994) spesso celate durante il protocollo standard. Anche la semplice impossibilità di rispondere fornisce indizi importanti circa la qualità della progettazione. E' particolarmente utile durante la fase di sviluppo del prodotto multimediale.

2.12.5 Cultural probes

Si tratta di un'interessante e semplice metodo di raccolta dati da parte dell'utente che viene invitato a usare un sistema per un certo periodo di tempo e registrare i suoi comportamenti riportando eventi, opinioni, proposte con vari strumenti preparati dal ricercatore:

- Tenere un diario dell'esperienza
- Compilare delle schede pre-formattate quando succedono certi eventi
- Fotografare schermate che inducono dubbi o provocano errori.

⁶⁹ http://hci.ilikecake.ie/eval_codiscoverylearning.htm

L'analisi qualitativa che permette il *cultural probes method* consente di ricercare pattern e temi ricorrenti grazie ai dati raccolti. Viene disegnato inoltre un framework di ricerca in cui si procede con categorizzazione dei dati raggruppati in base a similarità emergenti.

2.12.6 Interviste e Focus Group

La tecnica dell'intervista consente di chiedere in modo diretto all'utente un resoconto di esperienze, opinioni e preferenze rispetto al sistema multimediale oggetto. Anche il metodo del focus group ha lo stesso grado di formalità e strutturazione con dei margini di flessibilità decisi a priori ma con più partecipanti contemporanei.

Il ruolo dell'intervistatore non è solo di osservatore ma di facilitatore e mediatore dell'intervista che deve evolvere in un dialogo costruttivo. Il ricercatore è chiamato a pianificare un set di domande principali con un griglia sufficientemente elastica da permettere la modifica in tempo reale dello schema sulla base del contesto ambientale e la predisposizione dell'intervistato o del gruppo.

Estremamente importante per chi conduce il processo di intervista è mantenere un atteggiamento neutro o almeno non giudicante, consentendo all'utente di parlare liberamente. Si suggerisce di *non indirizzare le risposte* per evitare qualunque *bias*. Un'altra tecnica utile consiste nello spostare il focus del percorso di indagine utilizzando l'output delle risposte per stimolare l'approfondimento di punti interessanti che si ritiene debbano essere elicitati.

2.12.7 Interviste retrospettive

Una variante del metodo precedente consiste in interviste condotte dopo un test di usabilità durante le quali gli utenti commentano i problemi incontrati. Spesso per stimolare la discussione è utile videoregistrare il test e guardare il video con l'utente con il quale si procede poi al chiarimento e alla razionalizzazione delle scelte effettuate.

3 Capitolo 3° - La sperimentazione: efficacia dei Learning Object in un contesto 1-to-1

3.1 Problematizzazione della ricerca e scelta del campo di indagine

Nel Capitolo 1 si è analizzata la modalità di intervento ICT4E che prende il nome di *1-to-1 computing* approfondendone i punti di forza, le criticità e i dispositivi che vengono utilizzati. Dato che scopo di questa tesi è individuare delle linee guida per la progettazione e l'utilizzo dei Learning Object in contesto 1:1, nel capitolo 2 ho presentato lo stato dell'arte dell'*Instructional Content Design*, una meta-disciplina che basa la progettazione dei contenuti didattici su:

- i modelli efficaci di Instructional Design (ID)
- La teorica cognitiva dell'apprendimento multimediale (MLT)
- la teoria del carico cognitivo (CLT)
- Le tecniche di visualizzazione *infografica*
- la progettazione dell'esperienza utente (UX) per l'interazione con i multimedia

Da quasi quindici anni mi occupo in prima persona di servizi e contenuti web e ormai quotidianamente mi dedico al *design di multimedia per l'apprendimento*; avendo adottato l'infografica come tecnica per la visualizzazione della conoscenza e la comunicazione didattica ho sentito la necessità di collocare questa disciplina emergente in un frame teorico solido sul quale basare le mie scelte di progettazione. Tale quadro di riferimento è fondato su principi sperimentalmente provati ed è costituito dalle già approfondite teoria dell'apprendimento multimediale, teoria del carico cognitivo e, tra le teorie ID, dai First Principle of Instruction. Approcciandomi agli studi di Merrill, Mayer e Sweller, mi sono però soffermato anche sull'analisi della *metodologia della ricerca* che hanno adottato durante i loro test e in particolare, rispetto al campione da loro selezionato durante le sperimentazioni mi sono chiesto:

- quanto ha potuto influire sulla performance di apprendimento dei soggetti il fatto che fossero quasi sempre selezionati tra giovani adulti?
- quanto il fatto che si trattasse di studenti universitari di *psicologia* (Mayer) che come ricompensa per la partecipazione ottenevano crediti formativi?
- quanto ha inciso la provenienza da paesi anglosassoni?
- Quanto ha influito lo status socioeconomico di partenza (parliamo di persone in grado di permettersi rette universitarie da 60.000\$)?

Il passo successivo è stato domandarmi se i risultati delle ricerche e i principi di questi principi fossero i medesimi anche stravolgendo alcune caratteristiche del campione come l'età, il contesto sociale e l'ambiente educativo di riferimento. Non

avendo trovato in letteratura sufficienti risposte ho pensato di inserirmi in questo dibattito scientifico attraverso una sperimentazione sul campo, implementando un progetto di ricerca volto ad introdurre i principi distillati da Mayer e Merrill in un contesto differente e con soggetti diversi: sottoponendo alcuni format di presentazione multimediale a preadolescenti e adolescenti, che vivono in un contesto di povertà relativa di un paese del sud del mondo.

Ho individuato il luogo ideale per questo esperimento in Uruguay dove è stato realizzato un ambizioso progetto di *media education*; si tratta infatti dell'unico Paese al mondo che ha aderito integralmente all'iniziativa OLPC ⁷⁰ implementandone i principi ispiratori. A Montevideo, come in tutte le zone rurali del paese, ogni bambino, ogni adolescente e anche ogni insegnante possiede il già descritto XO, il netbook progettato per l'educazione⁷¹.

Un'intera generazione su scala nazionale è stata dotata del medesimo dispositivo digitale per l'apprendimento e la socializzazione della conoscenza; in questo modo è stato possibile che i bambini della scuola primaria facessero esperienza diretta del processo di alfabetizzazione digitale appropriandosi precocemente dell'uso delle tecnologie di gestione e condivisione dell'informazione. Tale appropriazione si manifesta nella loro naturale predisposizione a comunicare online e a fruire e condividere materiali didattici *multimediali e interattivi*⁷².

⁷⁰ Il progetto Olpc, acronimo di One Laptop per Child, è iniziato nel 2005 all'Mit-Media Lab di Boston da un'idea di Nicholas Negroponte e di Seymour Papert. Il loro obiettivo era la costruzione di un pc portatile a basso costo (sotto i 100\$) da portare nelle scuole dei Paesi in via di sviluppo. Le macchine che hanno preso vita dall'impulso di questa iniziativa non sono frutto di un progetto solo tecnologico perché finalizzate a promuovere l'apprendimento dei bambini secondo i principi derivati dal *costruzionismo*, e dal *costruttivismo sociale*. Il progetto Olpc è stato implementato in diverse nazioni in via di sviluppo, tuttavia solo in Uruguay si è raggiunto il cosiddetto obiettivo di "saturazione" del progetto, ovvero la distribuzione dei laptop all'intera popolazione scolare.

⁷¹ Mangiatordi, Andrea, and Magda Pischetola. Sustainable Innovation Strategies in Education: OLPC Case Studies in Ethiopia and Uruguay. In M. Lytras et al., Organizational, Business, and Technological Aspects of the Knowledge Society, pages 94-104, Springer, 201

Dal 2007 attraverso l'iniziativa CEIBAL "*Conectividad Educativa de Informática Básica para el Aprendizaje en línea*" sono stati distribuiti gratuitamente alle scuole primarie circa 400.000 laptop e dopo più di due anni di sperimentazione l'Uruguay si configura come un immenso laboratorio di ricerca "a cielo aperto", dove è possibile disporre di un campione vasto, uniforme e unico al mondo proprio grazie alla *saturazione* della tecnologia che è stata inserita nel contesto sociale partendo dalle scuole primarie.

⁷² Per i bambini e gli adolescenti uruguaiani, grazie al Plan Ceibal l'accesso alla tecnologia e alle risorse informative non è più un problema. Gli studenti ne sono realmente padroni (e proprietari!) e il fatto che il possesso dell'oggetto laptop sia universale per tutta la popolazione studentesca determina la trasparenza della tecnologia che diviene variabile accessoria. Per questo ho pensato di potermi dedicare ai contenuti (learning object=unità didattiche multimediali) piuttosto che sui contenitori (i laptop). Spesso mi viene chiesto, perché proprio l'Uruguay...e generalmente rispondo con la stessa domanda: quale posto migliore dell'Uruguay per testare i principi del multimedia learning?

Per confrontare l'efficacia di un oggetto di apprendimento (Learning Object) sia esso analogico o digitale, ho dovuto trovare un campione di studenti che non avessero impedimenti nell'utilizzare personal computer in classe e l'Uruguay diventato quindi la prima scelta, un laboratorio di ricerca "en plein air" che mette a disposizione una corposa popolazione campionabile dato che sono stati distribuiti ai bambini delle scuole elementari e agli insegnanti 510,000 computer XO.

Questo studio sperimentale si propone di valutare l'impatto della progettazione di contenuti sul raggiungimento di specifici obiettivi didattici attraverso lo sviluppo e la sperimentazione di quattro oggetti di apprendimento (LO) analogici e digitali per valutare come i metodi di visualizzazione delle informazioni e i livelli di interattività possano influenzare l'apprendimento nei preadolescenti e negli adolescenti. Si procede con un'analisi approfondita del piano nazionale per il 1:1 computing uruguayano: il *Plan Ceibal*.

3.2 Analisi del contesto Uruguayano e del progetto di 1:1 *Plan Ceibal*

Il concetto alla base "One Laptop per Child" è tanto didascalico quanto chiaro poichè è espresso esplicitamente nel nome del progetto. Ma l'unico stato al mondo che ha preso alla lettera l'idea di 1:1 è l'Uruguay.

Come accennato nella introduzione generale sui progetti di 1:1, l'Uruguay:

- ha distribuito circa mezzo milione di OLPC XO-1 laptop coprendo l'intera popolazione della scuola primaria
- ha incluso 18.000 insegnanti del proprio sistema pubblico di istruzione

Il Paese sta estendendo il progetto al suo sistema di istruzione secondaria aggiungendo 100.000 nuovi laptops - 90.000 dei quali sono OLPC XO-1.5 HS (macchine più performanti e robuste degli attuali XO-1), e 10.000 saranno dei Classmates Intel⁷³.

⁷³ Nel luglio del 2010 ero in Uruguay e avevo appena terminato la parte della mia ricerca relativa all'osservazione diretta in aula dell'impatto del progetto OLPC in Montevideo. Ho avuto la fortuna di vivere per due settimane con Christoph Derndorfer della redazione di OLPC News che ha raccolto numerose informazioni relative all'implementazione del progetto e alle criticità correlate condensandole in una serie di interventi molto dettagliati sul sito www.edutechdebate.com. Di seguito vengono riportati degli estratti del suo report sul plan Ceibal arricchiti dai contributi aggiornati provenienti dal documento ufficiale del Ministero dell'educazione uruguayano Evaluación del Plan Ceibal 2010 "Preferencias de uso en Internet".

3.2.1 L'Uruguay: Il contesto socioeconomico

Non è difficile sostenere che per molti aspetti l'Uruguay è l'ambiente ideale per implementare un progetto educativo basato sul 1:1 computing. Infatti l'Uruguay è un paese relativamente piccolo in termini di popolazione e dimensioni territoriali soprattutto se considerato che è incuneato tra i due giganti dell'America Latina: Brasile e Argentina. Comparandolo con l'Italia (il 50% della popolazione è di origine italiana) si nota che l'Uruguay in termini dimensionali è poco più della metà del territorio italiano, ma sulla sua superficie vive una popolazione diciassette volte inferiore.

- Uruguay: 176.220 km², 3.431.932 abitanti
- Italia: 301.340 km², 59.464.644 abitanti

Viene spesso definito la Svizzera dell'America Latina si dice per almeno due motivi, da un lato per la sua apertura finanziaria rispetto agli investimenti esteri, dall'altro perché è sempre nella fascia superiore di tutte le statistiche del contesto sudamericano sia come indicatori di tipo socioeconomico che per quanto concerne l'istruzione :

- Indice di Sviluppo Umano (HDI): 0,865
- PIL pro capite: 10.079 \$ (2009)
- Tasso di alfabetizzazione: 98%
- Gli utenti di Internet: 40 per 100 (2008)

Soprattutto per l'istruzione primaria si può dire che ogni alunno finisca almeno il ciclo base dei sei anni di scuola e che le infrastrutture educative, se comparate con le scuole ad esempio paraguayane sono affidabili come sicurezza (la polizia statale le presidia), fornitura di internet e di energia elettrica.

3.2.2 Il Plan CEIBAL⁷⁴

L'ex presidente Tabaré Vázquez inaugurò il "Plan Ceibal" nell'aprile del 2007 che porta il nome di una pianta tipica del Paese (il ceibo) e significa Conectividad Educativa de Informática Básica para el Aprendizaje en Línea.

⁷⁴ Questa sezione relativa al Plan Ceibal si basa sulle informazioni raccolte e condivise sul campo con Christoph Derndorfer, una vera e propria autorità del mondo OLPC in quanto editor principale della testata non ufficiale (e apertamente critica) <http://www.olpcnews.com>

L'obiettivo dichiarato è esplicitamente di impronta progressista:

*"[Plan Ceibal] longer-term objective is to promote social justice by promoting equal access to information and communication tools for all our people."*⁷⁵

Nel capitolo uno sono stati elencati sei criteri di successo potenziale per le iniziative di ICT4E declinati in senso 1-to-1; vediamoli per quanto concerne il Plan CEIBAL⁷⁶.

A. Infrastruttura

Una unità organizzativa statale denominata CITS (Centro para la y Tecnológica Inclusión Social - Centro per l'Inclusione tecnologica e sociale) all'interno del LATU (Laboratorio Tecnológico del Uruguay) si occupa di gestire il progetto CEIBAL e al suo interno lavorano nel complesso quasi duecento persone. Il Ceibal Plan nasce anche da una partnership molto stretta con ANTEL, la società di telecomunicazioni dell'Uruguay che è di proprietà dello Stato e ciò ha permesso di portare la connettività ad un prezzo agevolato al 98% delle scuole elementari coinvolte nel programma, anche se la qualità e la stabilità della banda è tutt'altro che sufficiente per poter supportare attività collaborative contemporanee per l'intera popolazione studentesca.

La distribuzione dei laptop sul territorio è avvenuta entro 24 mesi dall'inizio del progetto sotto la spinta del Laboratorio Tecnológico del Uruguay ed è partita dalla periferia - *l'interior del paese* ovvero le zone rurali - per terminare con la capitale *Montevideo*. Un externalità positiva collaterale di questa distribuzione è stata "l'emersione" di migliaia di bambini non ufficialmente registrati all'anagrafe permettendo loro l'accesso ai servizi sociali e al sistema sanitario nazionale.

B. Manutenzione

Un sondaggio ufficiale gestito da ANEP (Organismo che gestisce la scuola pubblica primaria) del 2010 ha rilevato che il 14,2% dei portatili dal momento della distribuzione risultavano *malfunzionanti* e che il 13,2% era in uno "stato

⁷⁵ <http://www.americasquarterly.org/node/370>

⁷⁶ Christoph Derndorfer 2012, OLPC in Uruguay: Impressions of Plan Ceibal's Primary School XO Laptop Saturation.
<https://edutechdebate.org/olpc-in-south-america/olpc-in-uruguay-impressions-of-plan-ceibal/>

inutilizzabile. Questi dati configurano la manutenzione per XO-1 (quasi 100.000 unità) come uno dei maggiori problemi per il Plan Ceibal e tali dati vengono supportati da un sondaggio indipendente di Ceibal RAP San José (località nell'interno del Paese) secondo il quale solo il 68,3% degli XO funziona correttamente.

Pare che la distribuzione di massa di questi laptop si sia configurata come un enorme beta-test per le macchine dell'organizzazione OLPC, un esperimento di vasta scala di User Experience Design che ha rischiato di comportare costi altissimi in termini di deficit di usabilità delle macchine e funzionamento complessivo del piano.

All'epoca dell'inizio di Ceibal, essendo XO un prodotto sostanzialmente a livello di prototipo evoluto e totalmente fuori dalla distribuzione nel libero mercato, in molti hanno pensato che il *deployment* uruguayano fosse un'iniziativa affrettata proprio per l'evidente inaffidabilità delle macchine rispetto alle specifiche dichiarate negli intenti del progetto. In origine tutti i computer portatili rotti sono stati riparati in una struttura centrale a Montevideo ed è stata fornita una garanzia a copertura parziale dal governo. In seguito si è fatto in modo di cambiare il modello partendo dal centro e andando nuovamente in periferia usando *squadre mobili* di riparazione che ora visitano periodicamente le scuole, soprattutto nelle aree rurali. In secondo luogo il progetto ha avviato collaborazioni con aziende di informatica e piccole officine di riparazione private in tutto il paese per creare anche una spirale economica virtuosa ed aumentare la partecipazione sociale al progetto con nuovi stakeholders.

C. Contenuti e materiali

Uno dei componenti chiave per il successo di un'iniziativa ICT4E è senza dubbio la creazione di contenuti didattici e materiali multimediali che gli alunni e gli insegnanti possono utilizzare per l'apprendimento e l'insegnamento con le nuove tecnologie. Questo per raggiungere gli obiettivi fissati dal curricolo scolastico e affinché ci sia una uniformità di base in termini di conoscenze e abilità chiave (in una parola *competenze*) possedute da chi ha frequentato e terminato il ciclo della scuola primaria.

Ceibal Plan cerca (con risultati alterni come mi è stato riportato dai maestri durante l'indagine sul campo) di implementare questa componente chiave facendo leva sull'utilizzo delle *attività* esistenti nei portatili XO (sugar activities). Inoltre il Plan Ceibal ha sostenuto lo sviluppo di nuovi software didattici e contenuti dedicati che vengono distribuiti attraverso il Portal Educational Plan Ceibal.

Per promuovere la creazione di contenuti sono state pensate diverse interessanti modalità:

- “concorsi idea” per gli insegnanti che possono presentare propri *concept* di contenuti educativi o software. I lavori migliori vengono selezionati da una giuria e successivamente viene messo a disposizione un finanziamento per trasformare l'idea iniziale in un Learning Object per XO.
- concorsi per le imprese in cui il CITS invita a presentare progetti sotto forma di idee originali oppure con la partecipazione a bandi di gara su richiesta del ministero come ad esempio è stato fatto per la creazione di un registro elettronico per gli insegnanti.

Il risultato di tutti questi sforzi è una raccolta di contenuti e materiali che è principalmente si configura come una collezione di circa 500 oggetti didattici a disposizione delle scuole tramite il portale “Piano Ceibal Educational”. Questo *repository* è decisamente variegato ed include risorse online, giochi, video, semplici tutorial, guide pdf, learning object elementari realizzati con il software *exelearning*⁷⁷. Tutte gli oggetti sono sotto forma di OER – Open Educational Resources e riguardano quasi tutte le materie tra le quali arte, lingua, matematica, scienze naturali, scienze sociali, e lingue straniere.

Pur essendo un'iniziativa lodevole e sostenuta sia nel tempo che economicamente, questo approccio di progettazione poco integrato presenta dei limiti che sono essenzialmente:

- gli oggetti didattici non seguono un piano di produzione preciso e non rispondono in modo organico alle esigenze didattiche dei maestri. Questi *devono* rispettare il piano educativo per il conseguimento degli obiettivi didattici da parte degli allievi entro i tempi fissati e sarebbero facilitati se potessero usufruire di materiali strettamente legati a specifici obiettivi formativi. Prevalde invece un modello “a macchia di leopardo”

⁷⁷ <http://exelearning.org/wiki>

- Gli oggetti didattici realizzati non seguono nessun criterio uniforme di design dell'interazione per bambini né tantomeno sono implementati a partire da principi sperimentalmente validati di instructional design o multimedia learning

Anche se rendere i contenuti disponibili non è sufficiente a garantire un loro efficace utilizzo per l'apprendimento, l'esistenza di queste risorse rimane comunque un fatto importante come lo è anche la mancanza di conoscenze per la loro integrazione efficace nel contesto classe. Sono molti gli insegnanti che dichiarano di essere sopraffatti dall'offerta di multimedia e spesso si rifugiano nel *libro di testo unico* come strumento di guida e difesa rispetto alla loro limitata competenza didattica.

D. Comunità e inclusione sociale

Ricordando che il progetto CEIBAL è anche un progetto fortemente connotato politicamente in senso *socialista*, la sua visione inclusiva ha portato all'integrazione di una serie di organizzazioni non ufficiali e gruppi informali chiamati a svolgere un ruolo primario per il coinvolgimento attivo di genitori, insegnanti e dirigenti scolastici e sopperire a eventuali mancanze da parte del coordinamento CITS. Si segnalano le iniziative di:

- **Flor de Ceibo** è un progetto in collaborazione con l'Universidad de la República (statale) al fine di ridurre il *digital divide* e la digital *inequality* tramite l'attività di volontariato di studenti universitari
- **Ceibal JAM** è una ONG indipendente che si concentra sullo sviluppo di software e contenuti per l'apprendimento da distribuire come OER; inoltre organizza concorsi di programmazione e design, incontri di sensibilizzazione, conferenze a Montevideo.
- **RAP Ceibal** (Red de Apoyo al Plan Ceibal - rete di sostegno per il Plan Ceibal) è una rete di volontari (singli individui e gruppi di persone) che sostengono Ceibal Plan per distribuire e riparare gli XO

E. Formazione degli insegnanti

La formazione degli insegnanti è sempre la componente più complessa, delicata e forse più costosa di ogni progetto ICT4E; diversi approcci sono stati sperimentati nel corso degli ultimi quattro anni in Uruguay, ma sembra che non siano stati sufficienti né per efficacia né per efficienza dato che a fianco della *saturazione*

digitale ottenuta con la distribuzione degli XO, non si è verificata la necessaria *saturazione didattica*. Si è scoperto che oltre 18.000 insegnanti non utilizzano né fanno usare i computer portatili nel modo più appropriato e spesso lamentano come l'XO possa essere un vero e proprio ostacolo alla gestione dell'aula.

Con il progetto pilota nel 2007 non è stata implementata nessuna iniziativa di formazione degli insegnanti prima della distribuzione dei computer portatili diffondendo l'idea che il piano fosse calato dall'alto senza coinvolgere i maestri. Nonostante questa falsa partenza il Plan Ceibal dimostra comunque l'interesse a *riparare* il gap accumulato dagli insegnanti attraverso differenti modalità.

Nel 2008/09 la formazione è stata erogata agli ispettori regionali e agli insegnanti di informatica responsabilizzati per una formazione a cascata di tutti gli altri insegnanti nella loro scuola.

Nel 2010 il programma di formazione è stato nuovamente ridisegnato attraverso:

- L'introduzione della figura di supporto del "maestro de Apoyo Ceibal" (insegnanti di sostegno Ceibal) e "amigo Ceibal" (amico Ceibal) che dovrebbero promuovere tra gli insegnanti l'uso di XO affiancandoli sia all'interno che all'esterno della scuola
- La creazione di gruppi di discussione tra le scuole per facilitare lo scambio di esperienze
- L'inizio del programma televisivo Canal Ceibal (500 video su canale youtube dedicato)
- Un percorso di formazione a distanza che adotta la piattaforma LMS Moodle
- Una riprogettazione del portale educativo del Plan Ceibal
- Sessioni di training per gli insegnanti che lavorano in *scuole speciali* (per soli studenti portatori di handicap)

F. Valutazione

Esiste un significativo interesse internazionale rispetto al sistema educativo uruguayano e alla sua decisione politica di fare un "grande balzo in avanti" usando la leva della tecnologia e puntando a portare un'intera generazione di studenti direttamente nella network society ma senza passare dalla rivoluzione industriale.

Sia all'interno che al di fuori del paese – si muovono molti ricercatori sociali, informatici ed esperti di scienze dell'apprendimento perché come si è detto l'intero paese si configura come una sorta di laboratorio di ricerca a cielo aperto.

Plan Ceibal utilizza il sistema educativo nazionale come *fulcro* per applicare la leva delle ICT al fine di perseguire l'equità sociale. Pertanto la valutazione di Ceibal è centrata principalmente sulle *competenze digitali* come la qualità della collaborazione tra studenti, l'apprendimento cooperativo, il pensiero critico e l'apprendimento autoregolato. Solo marginalmente esiste un interesse diretto a misurare l'impatto sui risultati in termini di performance sui test standardizzati. La pressione su questa parte della valutazione ha fatto in modo che per il 2013 l'Uruguay farà parte dei Paesi in cui verranno somministrati i test *PISA*⁷⁸.

Le ricadute dell'implementazione OLPC in Uruguay vengono per ora misurate solo secondariamente in termini di variazioni nel rendimento scolastico degli studenti e soprattutto attraverso altri indicatori come i *tassi di frequenza scolastica, gli atteggiamenti verso la scuola e l'apprendimento, le capacità cognitive, l'acquisizione di competenze digitali*.

Le ricadute sociali mettono in luce l'esistenza di una serie di portatori di interesse di secondo livello potenziali beneficiari dei progetti ICT4E come i familiari degli studenti in particolare i fratelli maggiori e i genitori non alfabetizzati digitalmente. Indicatori inerenti le trasformazioni sociali indotte dal Plan Ceibal sono:

- la riduzione del digital divide (pertanto in termini di *accesso puro*)
- l'uso di Internet al di fuori della scuola
- l'uso di servizi di comunicazione mediata dal computer (CMC, Social Network)
- l'uso di computer portatili di fuori del contesto educativo.

⁷⁸ Programma per la valutazione internazionale dell'allievo (Programme for International Student Assessment, meglio noto con l'acronimo PISA), è una indagine internazionale promossa dall'OCSE nata con lo scopo di valutare con periodicità triennale il livello di istruzione degli adolescenti dei principali paesi industrializzati. I test PISA esplorano i livelli di performance degli studenti quindicenni negli ambiti di alfabetizzazione letteraria, matematica e scientifica sono coperti non soltanto in termini di padronanza del programma di studi della scuola, ma in termini di conoscenze ed abilità applicate nella vita pratica. Nel ciclo PISA 2003 è stato introdotto un ambito supplementare relativo alla soluzione dei problemi, volto ad un esame interdisciplinare delle competenze.
<http://www.pisa.oecd.org/>

CITS ha costituito un piccolo team di pedagogisti e sociologi il cui lavoro comprende sia la formazione che la valutazione dell'impatto nella dimensione sociale. Inoltre un progetto indipendente chiamato ILATIS sta valutando Ceibal Plan come parte di un più ampio progetto di meta-valutazione per confrontare quattro diversi progetti ICT4E in Argentina, Colombia, Costa Rica e Uruguay. Più di recente un gruppo locale del già citato rete di volontari RAP Ceibal ha intrapreso un proprio studio per avere una visione della User Experience rispetto all'uso reale computer portatili.

3.3 Indagine qualitativa preliminare e “mimetizzazione”

Prima di procedere con la valutazione sperimentale finalizzata ad individuare le condizioni di maggiore efficacia per l’uso dei materiali multimediali in classe è stata necessaria una prima fase di *analisi del contesto* e *mimetizzazione* utilizzando i metodi qualitativi esposti nel capitolo precedente nella sezione relativa allo *User Experience Design*.

Al mio arrivo in Uruguay ho incontrato inevitabilmente una serie di difficoltà di inserimento dovute a:

- mancanza di appropriazione adeguata della lingua spagnola, aggravata soprattutto dal fatto che in Uruguay si parla una versione assai differente dello spagnolo castigliano classico (simile ma non uguale alla cadenza e all’accento argentino)
- l’assenza di una struttura scientifica di appoggio (Università) o di un progetto di ricerca già avviato al quale agganciare il mio contributo di ricerca
- l’iniziale diffidenza per “il ricercatore straniero” che non è inserito in un gruppo di lavoro né è “coperto” da alcuna istituzione; tale diffidenza iniziale si è dimostrata soprattutto a livello istituzionale (ANEP)

Le priorità operative sono state la progressiva rimozione del *gap* derivante dall’incompetenza linguistica (dopo dieci mesi di permanenza posso affermare di non parlare spagnolo ma di parlare *uruguayo*) e la creazione di una rete di contatti che mi consentissero di entrare nel mondo della scuola primaria e della tecnologia adottata con il progetto OLPC.

Nei primi tre mesi si è svolta la fase di *analisi del contesto* attraverso la raccolta di documentazione online e soprattutto con una serie di interviste semistrutturate con testimoni privilegiati volte ad individuare il quadro complessivo del Plan CEIBAL e i suoi punti di forza e debolezza. Per questo sono entrato in stretto contatto con:

- LATU, il Laboratorio Tecnologico Nazionale dell’Uruguay intervistando i referenti istituzionali, ingegneri e designer che mi hanno svelato dall’interno i processi di coordinamento e gestione del deployment 1:1
- CEIBAL JAM, l’associazione di sviluppatori di software libero per XO Laptop che mi ha consentito di comprendere il reale funzionamento delle macchine e conoscere designer e programmatori che mi hanno sostenuto nella realizzazione dei learning object usati nella fase sperimentale

- ANEP – Istituzione di coordinamento della scuola primaria direttamente legata al Ministero dell'Istruzione dell'Uruguay che, dopo un primo momento di difficoltà, mi ha aperto le porte della scuola primaria per il mio progetto

Grazie all'ANEP è stato possibile ottenere l'autorizzazione per l'ingresso nelle scuole e la visita di istituti di diversa tipologia e contesto socioeconomico:

- scuole *pubbliche* del centro di Montevideo
- scuole di “tempo completo”, scuole “diurne”, scuole “pomeridiane”
- scuole di periferia e di *contesto critico sfavorevole* e molto sfavorevole
- scuole *speciali* per studenti diversamente abili
- scuole *rurali* nell'*interior*, ovvero collocate in piccole località lontane da Montevideo e immerse nella pampa uruguayana.

Da queste visite è stato possibile da subito comprendere quanto, nonostante tutte le scuole siano statali e idealmente identiche dal punto di vista dei diritti dei soggetti di educazione, esista una disparità molto elevata per quanto riguarda l'igiene di base, le condizioni delle strutture architettoniche, gli arredi, le disponibilità di attrezzature per la didattica. Questo significa che esiste una relazione biunivoca poco spiegabile scientificamente ma ben interpretabile politicamente che le condizioni di una scuola sono lo specchio dello status socioeconomico di chi le frequenta e che pur dovendo essere uno strumento di promozione sociale spesso sono macchine per perpetuare lo status quo.

Con il governo di “Pepe” Mujica⁷⁹ si è compiuto il percorso tracciato dal suo predecessore Tabaré Vasquez. Entrambi hanno sempre avuto ben chiara questa situazione di iniquità oggettiva e hanno pensato al Plan CEIBAL come una sorta di *vaccino tecnologico* per ridurre le disparità di trattamento educativo tra i segmenti sociali e porre le basi perché partisse (o nascesse) un ascensore sociale per le fasce più deboli della popolazione.

⁷⁹ Viene considerato come una sorta di “eroe nazionale in carica”; Con un passato da guerrigliero ai tempi della dittatura, è stato eletto come deputato, senatore ed infine tra il 2005 ed il 2008 ha ricoperto la carica di ministro dell'Allevamento. È stato il leader della corrente del Movimento di Partecipazione Popolare, settore maggioritario del Frente Amplio fino alle sue dimissioni avvenute il 24 maggio 2009. Mujica ha cominciato la sua attività politica di sinistra in una corrente Uruguay National Party, più tardi faceva parte del movimento di guerriglia urbana Tupamaros. Poco prima del colpo di Stato in Uruguay è stato imprigionato. Mujica è stato in carcere per circa 15 anni di cui 13 nel penitenziario di Punta Carretas. Nel 1985 con il ritorno alla democrazia venne emanata una legge che consentiva l'amnistia a tutti i reati politici e militari compiuti dal 1962, questo permise a Mujica di tornare in libertà ma consentì anche ai golpisti di rimanere in libertà. Nel 1988 guidò diverse correnti di sinistra del partito Frente Amplio e alle elezioni del 1994 venne eletto deputato a Montevideo, mentre nelle elezioni del 1999 venne eletto al Senato. Alle elezioni del 2004, vinte per la prima volta nella sua storia dal FA, il MPP ottenne una significativa percentuale alle primarie del partito divenendo la principale forza all'interno del Frente Amplio Uruguay.

L'indagine qualitativa nelle scuole si è concretizzata attraverso le seguenti attività:

- **interviste semistrutturate alle direttrici** degli istituti che hanno fornito *insight* di insieme sulla condizione delle singole scuole e sulla relazione tra il contesto in cui si trovano gli istituti e la disponibilità di supporto pedagogico e forniture da parte del Ministero;
- **interviste semistrutturate agli insegnanti** di vario grado (dal 1° al 6°) finalizzate a individuare gli orientamenti pedagogici prevalenti prima e dopo l'introduzione di XO in classe e una valutazione dell'impatto della "rivoluzione" Ceibal (vedi Appendice B).
- **osservazioni non partecipanti in classe** per verificare l'effettivo uso di XO in classe, in particolare per quanto riguarda le materie scientifiche;
- **talking aloud method**: con alcuni bambini è stato possibile lavorare singolarmente per arrivare ad una descrizione in tempo reale da parte del discente delle attività che svolge con l'XO al fine di individuare criticità nell'uso e peculiarità dell'appropriazione da parte dei bambini dei vari anni rispetto agli adulti (insegnanti).
- **Raccolta, mappatura e analisi di materiale per la didattica delle scienze** ("sussidiari" di varie annate del ciclo della primaria, libri integrativi, fotocopie di schede didattiche, siti web, learning object, etc)
- **studio del *programa escolar nacional*** per quanto concerne le materie scientifiche
- **raccolta delle prove di verifica degli obiettivi didattici** utilizzati su base regolare dai maestri al fine di comprendere le modalità di valutazione e il livello di difficoltà delle prove a cui sono abituati gli studenti

Prima di effettuare le interviste mi sono procurato i dati ufficiali raccolti con un'iniziativa del dicembre 2009 da parte dell'ANEP che riportano i risultati di una metrica piuttosto semplice che indica quanto spesso gli insegnanti usano l'XO in classe. Secondo questo rapporto circa la metà degli insegnanti avevano intenzione di usare XO una o due volte alla settimana per attività individuali o di gruppo durante con il 12% e il 21% che dichiarava di utilizzarli per queste attività (quasi) quotidianamente. Importante sottolineare come non vengano assegnati compiti a casa che prevedano XO: il 33% assegnava tali compiti una o due volte alla settimana e solo il 3% su base più regolare.

Di seguito si riportano le dimensioni analizzate durante le interviste in presenza (circa 26) e le indicazioni operative che hanno posto le basi per impostare la metodologia sperimentale, la creazione dei format didattici multimediali, la strutturazione delle prove di valutazione.

- individuazione insegnanti disponibili a partecipare attivamente alla sperimentazione; disponibilità di date e orari per effettuare gli esperimenti con gli studenti
- valutazione della percezione degli insegnanti rispetto al Plan Ceibal e le sue criticità

- verifica dell'uso reale degli XO in aula oltre le dichiarazioni ministeriali
- valutazione della classe e dell'istituto in cui insegnano i maestri: livello scolastico dei propri studenti, presenza di elementi *critici* o con difficoltà di apprendimento evidenti
- Verifica dei setting d'aula per l'autoapprendimento e apprendimento cooperativo/collaborativo
- Valutazione delle Competenze digitali degli studenti e degli insegnanti
- Rilevazione dell'autopercezione dei maestri rispetto alla propria didattica frontale, allo stile di insegnamento, alla competenza nell'uso delle tecnologie
- Censimento dei differenti materiali didattici adottati: uso di schede cartacee, uso di tecniche di visualizzazione/organizzatori grafici e frequenza d'uso degli schemi, uso di videogame, uso di materiali multimediali Audio/Video come podcast o filmati.

Dopo aver visitato più di venti istituti e grazie alle innumerevoli conversazioni informali affiancate alle interviste strutturate, gli insegnanti pongono in evidenza le seguenti criticità:

- ammettono i forti limiti nell'uso efficace di XO per le attività didattiche quotidiane e dichiarano di non implementare attività *XO-based* per mancanza di tempo e competenze didattiche legate alle tecnologie (conferma della indagine ANEP 2009 prima citata)
- dicono che c'è molta enfasi istituzionale sulla tecnologia, ma molta meno sui contenuti dell'istruzione arricchita dalle tecnologie
- esprimono perplessità sulla macchina in quanto è completamente diversa da tutti i computer che hanno utilizzato in precedenza e "non riescono a *dominarla* realmente"
- lamentano una frustrazione per non essere stati coinvolti prima dell'iniziativa CEIBAL
- evidenziano la mancanza di iniziative formative pre-CEIBAL e in itinere volte a fornire delle indicazioni operative per utilizzare XO in conformità con il conseguimento degli obiettivi didattici curriculari esplicitati nel programma scolastico nazionale.
- Pongono la questione di XO non solo come *risorsa educativa* ma come *problema educativo* in quanto favorisce l'appropriazione delle competenze digitali da parte degli studenti ma non sempre è funzionale agli apprendimenti tradizionali creando dei ritardi nel completamento del programma.
- Evidenziano i problemi tecnologici legati a rotture e lentezza delle macchine
- Dichiarano che l'uso di XO rallenta la progressione didattica in quanto "ogni bambino ha contemporaneamente un problema diverso" ed è impossibile mantenere un ritmo adeguato senza incrementare lo stress e peggiorare il clima d'aula
- Chiedono con forza non solo la fornitura di attività didattiche digitali (es. programmi per creare software, comporre musica, disegnare) ma di *materiali didattici digitali* che gli studenti possano utilizzare direttamente con XO. Ovvero reclamano Learning Object di qualità direttamente connessi con il programma scolastico al fine di alleggerire il carico di lavoro correlato alla gestione degli XO.

3.4 Campionamento nel “contexto critico muy desfavorable”

Il Ministero dell'Educazione dell'Uruguay adotta una scala di classificazione delle scuole in base al contesto sociale nel quale sono situate, all'accesso a risorse materiali e servizi, allo status socioeconomico degli studenti che le frequentano. Questa classificazione prevede quattro gradi per definire il contesto:

1. *molto favorevole*
2. *favorevole*
3. *critico sfavorevole*
4. *critico molto sfavorevole.*

La fase di selezione dei soggetti da coinvolgere è stata decisamente complessa, direi quasi tormentata, in quanto una volta arrivato a Montevideo ho trovato serie difficoltà a comporre un campione rappresentativo dell'universo scolastico uruguayano. Il Paese risente di una frattura netta tra la realtà urbana della capitale e il contesto delle zone rurali, con elevati livelli di disparità sia per le condizioni socioeconomiche che per quanto riguarda gli standard educativi (tipologia di istituti, formazione insegnanti, numero di allievi per maestro).

Ho volontariamente rinunciato a lavorare con un campione proporzionale rispetto ai quattro contesti perché ho capito che è *impossibile*, o meglio *inutile*, cercare di rappresentare un campione di *bambini medi uruguayani*. Ho scelto dunque di impegnarmi solo nella realtà urbana della periferia di Montevideo con scuole diurne di *contesto critico molto sfavorevole*, dove il disagio sociale è elevato ma dove sono comunque arrivati il Plan Ceibal e i laptop XO da ormai due anni⁸⁰.

Grazie alla collaborazione con alcuni maestri, ricercatori sociali uruguayani ed europei e all'appoggio istituzionale dell'ANEP ho individuato due quartieri “critici” che hanno caratteristiche comuni in termini di status socioeconomico degli abitanti e accesso ai servizi: il Cerro di Montevideo e Casavalle (il “Borro”). Sono state selezionate 8 Scuole primarie pubbliche diurne e 16 classi di 6° grado (l'ultimo anno del ciclo primario). Sono stati coinvolti attivamente 16 maestri con i quali, dopo le interviste e le osservazioni in aula, abbiamo scelto i contenuti da

⁸⁰ La mia scelta, effettuata dopo numerose visite in diverse realtà educative di Montevideo è ricaduta sulle scuole di contesto critico perché i ragazzi che le frequentano sono anche quelli che hanno un accesso più limitato alle opportunità della scuola formale, i più esposti al rischio di marginalità e per i quali l'autoformazione attraverso i multimedia può essere una reale opportunità di riscatto.

testare, preparato i materiali didattici e i test di valutazione. Il totale degli studenti che compongono il campione è 360 (27 soggetti hanno partecipato solo al test pilota) e condividono queste caratteristiche:

- Frequentano il 6° e ultimo grado della scuola primaria (istituti diurni)
- hanno un'età compresa tra gli 11 e i 14 anni (i quindicenni sono stati esclusi durante l'analisi dei dati)
- Possiedono da più di un anno un XO-laptop
- Hanno esperienza di almeno un anno di didattica con XO in classe
- Non hanno impedimenti nell'uso di base di questa tecnologia (avvio della macchina, gestione di Sugar e delle attività, scrittura digitale, uso dell'interfaccia hardware che include la tastiera, il mouse, le frecce)
- Non hanno conoscenza previa del tema oggetto scelto con gli insegnanti: "la catena alimentare" e i "livelli trofici"
- Nelle loro classi gli insegnanti usano la comunicazione visiva (schemi alla lavagna, schede cartacee con organizzatori grafici)
- Sono sufficientemente competenti nella lettura di mappe, schemi, diagrammi (valutazione demandata al maestro)

Il campione è stato inoltre segmentato in due sottogruppi per i quali si è voluto vogliamo valutare se esistano livelli differenti di performance e soddisfazione nell'uso dei multimedia con XO.

- *In Corso (IC)*: 11-12 anni, studenti pre-adolescenti
- *Ripetenti (Rip)*: 13-14 anni: studenti adolescenti

3.5 Principali domande di ricerca

Essenziale è stato restringere il campo di ricerca a due aree. La prima area è relativa all'*instructional content design*, ovvero la progettazione di oggetti didattici multimediali (LO)⁸¹. Come dichiarato dai maestri, spesso viene richiesto ai ragazzi lo studio in autonomia del materiale didattico prima di iniziare attività collaborative in piccoli gruppi o in plenaria. Vorrei scoprire se esistano dei "format" più efficaci di altri per migliorare l'apprendimento individuale e collaborativo in classe. E assumendo la prospettiva del Multimedia Learning e della CLT mi sono chiesto: quali sono le condizioni per meglio gestire il carico cognitivo in autoapprendimento? Cosa cambia variando il supporto di erogazione, optando ad esempio per un libro illustrato piuttosto che per una presentazione digitale? E se si modificano il grado di *multimedialità* o la *modalità di presentazione del materiale* (testo scritto Vs audio; immagini statiche Vs

⁸¹ Mosley, P. (2005). A taxonomy for learning object technology. *British Journal of Educational Technology*, 36(3), 702-703.

animazioni)? Quanto influisce il *livello* di *interattività*, quanto il grado di controllo della presentazione e quanto la possibilità di manipolazione dell'informazione?

La seconda area trattata dalla ricerca riguarda il *learning setting*. Vorrei che attraverso la sperimentazione emergessero criteri pratici che indichino ai media educator *come* e *quando* usare il multimedia in classe. Ad esempio: quando e come è più corretto adottare l'autoapprendimento con contenuti multimediali? Quando prediligere l'apprendimento cooperativo e quando l'apprendimento eterodiretto? Esiste una strategia più efficace delle altre in termini di performance generali e di soddisfazione per gli studenti?

3.6 Descrizione sintetica della ricerca sperimentale

Dopo aver scelto le scuole in accordo e collaborazione con il Ministero dell'educazione e aver selezionato il campione sono state affrontate le seguenti fasi.

3.6.1 Scelta del tema e definizione degli obiettivi didattici

In accordo con i 16 insegnanti è stato scelto un tema facente parte del programma scolastico ministeriale per il 6° grado che per le sue caratteristiche intrinseche si prestasse ad una valutazione dell'apprendimento in termini di ricordo, comprensione e capacità di risolvere problemi correlati al contenuto presentato.

Per questo si è collegialmente deciso di selezionare una rosa di temi scientifici per i quali fosse fondamentale la comprensione dei *nessi causa/effetto* (Serenelli, Ruggeri, Mangiatordi 2011b) tra gli elementi come ad esempio la *fotosintesi clorofilliana*, *il ciclo delle acque*, *la tettonica a zolle*, *la catena alimentare*. Il gruppo ha deciso proprio per quest'ultimo e, dopo aver individuato i nuclei tematici essenziali (la dieta animale, i livelli trofici, le catene/reti alimentari) si sono definiti gli obiettivi didattici utilizzando diversi strumenti di instructional design tra i quali la tassonomia degli obiettivi di Bloom (1956), la sua versione modificata (Revised Bloom Taxonomy, Anderson 2001) e le Content Performance Matrix di Merrill e Clark che verranno illustrate tra breve.

Siamo infine approdati alla creazione di una matrice contenuti/prestazioni ad hoc nella quale gli obiettivi derivano dall'allineamento tra il *tipo di conoscenza* da

apprendere (fatti/concetti/processi) e il tipo di *compito cognitivo* che è richiesto al discente (ricordo/applicazione/astrazione).

Nella sua semplicità tale matrice è perfettamente funzionale alla valutazione della capacità di ricordo, comprensione e risoluzione dei problemi rispetto al tema della catena alimentare ed è un'ibridazione dell'originale Content Performance Matrix di D.Merrill (Tab 3.1) e della sua versione modificata da R.Clark (2007) rappresentata in Tab. 3.2.

**Tabella 3-1 Content/Performance Matrix adattata per la sperimentazione
(Serenelli, Ruggeri, Mangiardi 2011b)**

	FACTS	CONCEPTS	PROCESSES
REMEMBER	O1 - Remember specific data and facts.	O2 - Remember and understand definitions	-
APPLY	-	O3 - Apply and transfer the concepts classifying new, unknown examples	O4 - Solve a problem by relating the acquired concepts in the right way
FIND	-	-	O5 - Reorganize existing concepts to derive a new abstract scheme

Le informazioni contenute nei materiali didattici sono stati suddivise in:

- **Fatti**, sono elementi di base, dei semplici “dati” (es. il leone)
- **Concetti**, una categoria di oggetti o idee che condividono caratteristiche comuni ed hanno un nome comune (es. Carnivori: includono leoni , falchi e squali);
- **Processi**: sono modelli che spiegano come funziona un sistema e come le sue parti sono interconnesse e interagiscono tra loro (es. il processo della catena alimentare).

I livelli di performance cognitiva richiesta agli studenti sono tre:

- **Ricordo**, lo studente è in grado di memorizzare le informazioni fornite
- **Applicazione**, lo studente usa le nuove informazioni per classificare fatti ed esempi non conosciuti, svolgere un compito, risolvere un problema
- **Astrazione**, lo studente è in grado di completare un schema non conosciuto attraverso la riorganizzazione dei fatti, dei concetti e dei processi appresi.

Tabella 3-2 Content Performance Matrix originale di D.Merrill; divide in due livelli di performance la capacità di ricordare esempi e generalità (instance/generalità)

FIND				
USE				
REMEMBER GENERALITY				
REMEMBER INSTANCE				
	FACT	CONCEPT	PROCEDURE	PRINCIPLE

Tabella 3-3 Content Performance Matrix modificata da R.Clark; semplifica i livelli di applicazione eliminando l'astrazione (find) ma introduce il livello dei principi (principles) nel tipo di conoscenza da apprendere

	Facts	Concepts	Processes	Procedures	Principles
Apply	N/A	Classify new examples	Solve a Problem, Make an Inference	Perform the Procedure	Solve a Problem. Make a Inference
Remember	Remember the Facts	Remember the Definition	Remember the Stages	Remember the Steps	Remember the Guide lines

Tabella 3-4- versione modificata per la sperimentazione che include la descrizione degli obiettivi e le modalità per valutare il loro raggiungimento

	<u>retention test</u>			<u>comprehension transfer test</u>		<u>problem solving transfer test</u>	
TIPO DI CONOSCENZA	FATTI	CONCETTI	CONCETTI	CONCETTI	CONCETTI	PROCESSI	PROCESSI
TIPO di COMPITO	RICORDO	RICORDO	RICORDO	APPLICAZIONE	APPLICAZIONE	APPLICAZIONE	ASTRAZIONE
OBIETTIVO DIDATTICO	ricorda FATTI=dati elementari; es.:nomi degli animali presentati	ricorda e comprende CONCETTI,ovvero classi di dati/informazioni;	ricorda e comprende CONCETTI,ovvero classi di dati/informazioni;	comprende i concetti proposti e sa applicarli in nuovi contesti; es.: classifica animali sconosciuti appartenenti ad un altro ecosistema	ricorda e comprende CONCETTI,ovvero classi di dati/informazioni; es.: definizione della classe "Carnivori"	comprende un PROCESSO (relazione tra concetti) ed è in grado di applicarlo e trasferirne il modello in nuovi contesti; es.: costruisce catene alimentari partendo da organismi sconosciuti appartenenti ad un altro ecosistema	comprende un PROCESSO (relazione tra concetti) ed è in grado di rappresentarlo con uno schema astratto di cui non ha conoscenza previa
DESCRIZIONE	ricorda il maggior numero possibile di animali presentati durante la lezione	DIETA ANIMALE: definisce il significato delle classi: erbivori/ onnivori/ carnivori	LIVELLI TROFICI: definisce cosa sono e quali sono i livelli trofici: consumatori/ produttori/ <u>decompositori</u>	DIETA ANIMALE: categorizza elementi rispetto alla dieta/ nutrizione (erbivori/ carnivori/onnivori)	LIVELLI TROFICI: categorizza elementi rispetto al loro rapporto con l'energia: produttori, consumatori, <u>decompositori</u>	LA CATENA ALIMENTARE: applica i concetti appresi (dieta animale e relazioni tra livelli trofici) per costruire catene alimentari	LA CATENA ALIMENTARE: rappresenta il processo della catena alimentare in uno schema coerente (SINTESI, ASTRAZIONE DEL MODELLO)
TEST	TESTO LIBERO: "elenca tutti gli animali che ti ricordi presentati nella lezione"	TEST MULTIPLE ANSWER: domande vero/ falso	TEST MULTIPLE ANSWER: domande vero/ falso	CLASSIFICAZIONE: "nella seguente tabella scrivi i nomi degli elementi corrispondenti alle categorie"	CLASSIFICAZIONE: "nella seguente tabella scrivi i nomi degli elementi corrispondenti alle categorie"	COSTRUISCI UNA CATENA A PARTIRE DAI SEGUENTI ORGANISMI (per ogni anello inserire il nome dell'essere corretto)	COMPLETA LO SCHEMA di una catena alimentare ciclica mettendo in relazione la dieta animale e i livelli trofici; lo schema non contiene esempi, solo i

3.6.2 Instructional Content Design

Sono stati progettati e realizzati quattro contenuti didattici multimediali (LO - Learning Object) seguendo le raccomandazioni di *multimedia learning* e i *primi principi di istruzione*, variando opportunamente la modalità di presentazione, il supporto, il livello di multimedialità e il grado di interattività (Serenelli, Ruggeri, 2011a). La loro progettazione ha seguito in modo molto preciso queste specifiche di design variando opportunamente le seguenti dimensioni:

1. Instructional design

- Strategia di presentazione
- Formato di istruzione
- Applicazione principi di istruzione di Merrill

2. Multimedia Learning Design

- Multimedialità (livello)
- Information display (livello complessità)
- Applicazione di ML/CL principles per la riduzione CL estraneo
- Applicazione di ML/CL principles per la gestione CL intrinseco
- Applicazione di ML/CL principles per il rinforzo del CL pertinente/rilevante

3. Interaction design

- Supporto fisico dei contenuti
- Interazione con il virtual tutor
- Controllo sul contenuto (livello)

Tali dimensioni verranno esplicitate in seguito con la descrizione dettagliata dei materiali realizzati.

3.7 Somministrazione dei materiali:

Il campione è stato suddiviso in 5 gruppi di circa 65 soggetti e ad ogni gruppo è stato assegnato uno tra i seguenti Learning Object da studiare per circa 30 minuti

- LO1 - dispensa infografica,
- LO2 - multimedia passo-passo,
- LO3 - learning-game,
- LO4 – Presentazione PPT.

Sono state previste le seguenti modalità di fruizione:

- SET-A) autoapprendimento,
- SET-B) apprendimento cooperativo
- SET-C) apprendimento eterodiretto con l'insegnante.

Ogni setting di apprendimento variava in termini di:

- Learning support (tutor virtuale, compagno di classe, maestro)
- Disturbo ambientale (a seconda del formato di istruzione adottato)

3.8 Valutazione dell'apprendimento in cinque parti:

Vengono ora elencati sinteticamente i quattro test e il questionario che sono stati somministrati ai soggetti dopo lo studio in classe del materiale didattico (Serenelli, Ruggeri 2011c).

- A. *Retention Test*: volto a valutare la capacità di rievocare fatti/concetti
- B. *Comprehension Test*: finalizzato a misurare la comprensione di concetti e la capacità di classificazione
- C. *Problem Solving Test*: in cui si è chiesto di usare la nuova conoscenza acquisita per risolvere semplici problemi in nuovi contesti (transfer).
- D. *Problem Solving Delayed-Test*: il medesimo test di Problem Solving ma distribuito a sorpresa a distanza di una settimana per verificare quale fosse il format più efficace e il setting di apprendimento più adeguato.
- E. *User Experience (UX) Questionnaire*: strumento di tipo qualitativo per valutare l'esperienza di apprendimento nel suo complesso.

3.9 Descrizione condizioni sperimentali

Di seguito si elencano in due tabelle di sintesi le cinque condizioni sperimentali che sono frutto di una combinazione dell'adozione di un *learning object format* fruito in un particolare *learning setting*.

Tabella 3-5 le prime tre condizioni sperimentali sono tutte in autoapprendimento (ALFA/BETA/GAMMA)

CONDIZIONE SPERIMENTALE	CS - ALFA	CS -BETA	CS - GAMMA
LEARNING SETTING	SET.A: AUTOAPPRENDIMENTO	SET.A: AUTOAPPRENDIMENTO	SET.A: AUTOAPPRENDIMENTO
FORMAT DI LEARNING OBJECT	LO1 – DISPENSA	LO2 – MULTIMEDIA PASSO-PASSO	LO3 – LEARNING-GAME
MEDIA UTILIZZATO E PRESENTAZIONE DELL'INFORMAZIONE	Una raccolta di organizzatori grafici che integra in forma di diagrammi: testo, immagini, simboli e schematizzazioni.	Organizzatori grafici passo-passo sono presentati con il pc integrando nella medesima animazione: testo, immagini, simboli, schematizzazioni e le tracce audio.	Organizzatori grafici interattivi sono presentati con il pc integrando nella medesima animazione: testo, immagini, simboli, schematizzazioni e le tracce audio.
INTERAZIONE E GRADO DI MANIPOLAZIONE DEL MATERIALE DA PARTE DEL DISCENTE	Il discente può visionare il materiale controllando il ritmo di presentazione dell'informazione.	Il discente può visionare il materiale controllando la velocità di presentazione dell'informazione.	Ci sono due attività di classificazione per la dieta animale (animal diet) e dei livelli trofici (trophic levels) e tre esercizi rollover/drag n' drop per la costruzione attico di catena alimentari. Il discente può visionare il materiale determinando il ritmo e eseguendo esercizi e compiti più volte.

Tabella 3-6 Apprendimento Cooperativo (Setting B) e Apprendimento etero-diretto (Setting C); per il Setting B abbiamo deciso di distribuire l'oggetto per l'apprendimento LO3 (Learning-Game) ma utilizzato in coppia. Le coppie di discenti condividono lo stesso portatile XO e un kit auricolare.

CONDIZIONE SPERIMENTALE	CS - GAMMA	CS -DELTA
	APPRENDIMENTO COOPERATIVO (Setting B)	APPRENDIMENTO ETERO-DIRETTO (Setting C)
FORMAT DI LO	LO3 - Learning-Game	LO4 – Presentazione Powerpoint
STRATEGIA DIDATTICA E PRESENTAZIONE DELLA SEQUENZA DEI CONTENUTI	Entrambi i discenti sono invitati a porre l'attenzione sui concetti principali, discutere e negoziare le seguenti variabili: velocità della presentazione delle informazioni, strategie di gioco, tecniche per la risoluzione dei problemi e comprensione dei feedback del tutor virtuale.	L'insegnante utilizza una presentazione in Powerpoint che mostra i concetti base dello schema infografico con l'ausilio del "prof.Haragan" come espediente narrativo. La presentazione è proiettata in classe (dimensioni della proiezione 1,5 m x 1 m). L'insegnante chiede agli alunni di leggere insieme i testi, presenta esempi di categorizzazioni, stimola e attiva il gruppo ad anticipare le risposte corrette; infine riassume gli argomenti.
INTERAZIONE E GRADO DI MANIPOLAZIONE DEL MATERIALE DA PARTE DEL DISCENTE	Le interazioni discente-computer sono le medesime del Setting A per il LO3, aggiungendo la condivisione del supporto durante l'esperienza di apprendimento e la turnazione dei ruoli.	La velocità e il ritmo di apprendimento sono gestiti dal professore attraverso un sistema continuo di feedback esplicito con gli alunni. Gli alunni interagiscono con l'insegnante rispondendo agli stimoli proposti, chiedendo di rispiegare il materiale precedentemente mostrato o invitando a ripetizioni o ulteriori spiegazioni.

3.10 Descrizione dei materiali adottati

La fase di progettazione e sviluppo dei contenuti è stata realizzata da un piccolo team composto da un instructional designer, uno psicologo, un grafico di una software house americana⁸² e tre graphic designer uruguaiani. Insieme abbiamo prodotto quattro formati multimediali in base alle esigenze rilevate grazie all'aiuto dei sedici insegnanti attraverso riunioni in piccoli gruppi e colloqui individuali.

Ciascuno degli oggetti per l'apprendimento (LO) presenta le medesime informazioni e utilizza lo stesso *virtual pedagogical agent* (il personaggio chiamato Prof. Haragan, vedi figure 3.1,3.2,3.4,3.5) come espediente per introdurre i concetti e i processi e fornire indicazioni dirette a dove prestare maggiore attenzione.

⁸² www.sheppardsoftware.com

I quattro formati degli oggetti didattici per l' apprendimento (LO) variano mente per:

- Supporto didattico: materiale stampato Vs digitali.
- Strategia didattica: Problema Topic Centered Vs. Task-Centered.
- Sequenza di istruzione: le informazioni possono essere fornite direttamente dal tutor virtuale o in forma indiretta fornite come un feedback positivo conseguente ad un'azione del discente.

3.10.1 LO1 - Dispensa infografica

Questo learning object analogico è stato stampato a colori in formato A4. Esso veicola le informazioni utilizzando organizzatori grafici per spiegare visivamente concetti e connessioni (vedi Figura 3.1).

Tabella 3-7 Caratteristiche di LO1

FORMAT DI LEARNING OBJECT	LO1 – DISPENSA INFOGRAFICA
MEDIA UTILIZZATO E PRESENTAZIONE DELL'INFORMAZIONE	Una raccolta di organizzatori grafici integra diversi media in semplici schemi e diagrammi: testo, immagini, simboli e schematizzazioni.
STRATEGIA DIDATTICA E PRESENTAZIONE DELLA SEQUENZA DEI CONTENUTI	L'informazione è presentata con un approccio topic-centered (centrato sull'argomento) in una modalità lineare attraverso uno stile fumettistico che veicola commenti e schematizzazioni. Il discente è invitato a una costruzione passo-passo del modello del processo di "Catena Alimentare" attraverso una strategia di autoapprendimento senza feedback o guida esterna.
INTERAZIONE E GRADO DI MANIPOLAZIONE DEL MATERIALE DA PARTE DEL DISCENTE	Il discente può visionare il materiale controllando il ritmo di presentazione dell'informazione.

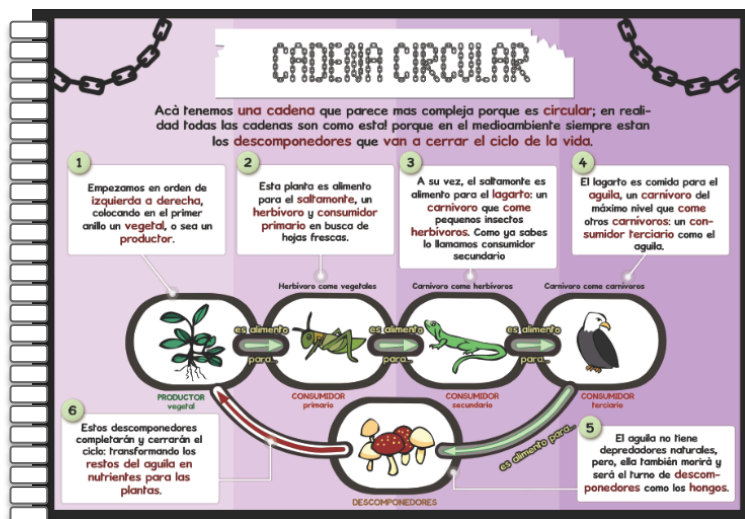
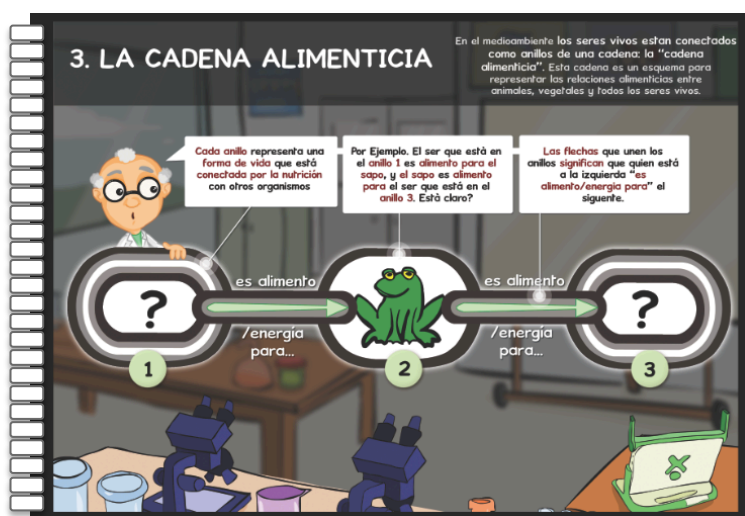
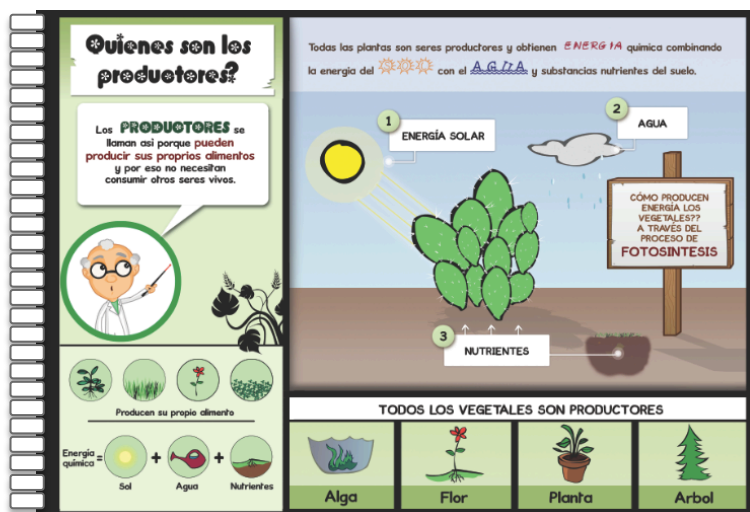


Figura 3-1 Tavole tratte LO1 - Dispensa Infografica cartacea

3.10.2 LO2 - Multimedia Passo-Passo

Questo tutoriale multimediale è in formato digitale ed è fruito su supporto XO laptop; è costituito da una serie di animazioni digitale passo-passo sincronizzate con la spiegazione audio del tutor virtuale (prof. Haragan) che funge da agente di narrazione pedagogica. La traccia audio di una voce umana (in cuffia) sostituisce la maggior parte dei testi. Lo studente gestisce il progresso lineare dell'animazione potendo sempre interrompere o rivedere delle parti. L'interfaccia di navigazione semplice e funzionale usa la metafora della pellicola di un filmato in cui ogni fotogramma rappresenta in forma iconica un nucleo concettuale (es. il leone rappresenta i carnivori). La curva di apprendimento del multimedia è molto bassa e gli studenti comprendono subito la scansione "molecolare" dei contenuti.

Tabella 3-8 Descrizione LO2

FORMAT DI LEARNING OBJECT	LO2 – MULTIMEDIA PASSO-PASSO
MEDIA UTILIZZATO E PRESENTAZIONE DELL'INFORMAZIONE	Organizzatori grafici passo-passo sono presentati su schermo integrando nella medesima animazione: testo, immagini, simboli, schematizzazioni e tracce audio sincronizzata.
STRATEGIA DIDATTICA E PRESENTAZIONE DELLA SEQUENZA DEI CONTENUTI	L'informazione è presentata con un approccio <i>topic-centered</i> (centrato sull'argomento) in modalità lineare e attraverso uno stile tipo "cartone animato". I commenti e le schematizzazioni sono presentati da un tutor virtuale. Il discente è invitato a una costruzione passo-passo del modello del processo di "Catena Alimentare" attraverso una strategia di autoapprendimento non supportata da una guida esterna
INTERAZIONE E GRADO DI MANIPOLAZIONE DEL MATERIALE DA PARTE DEL DISCENTE	Il discente può visionare il materiale controllando la velocità di presentazione dell'informazione e il punto esatto del multimedia (scelta di un fotogramma=scelta di un nucleo concettuale, vedi Fig.3.2)

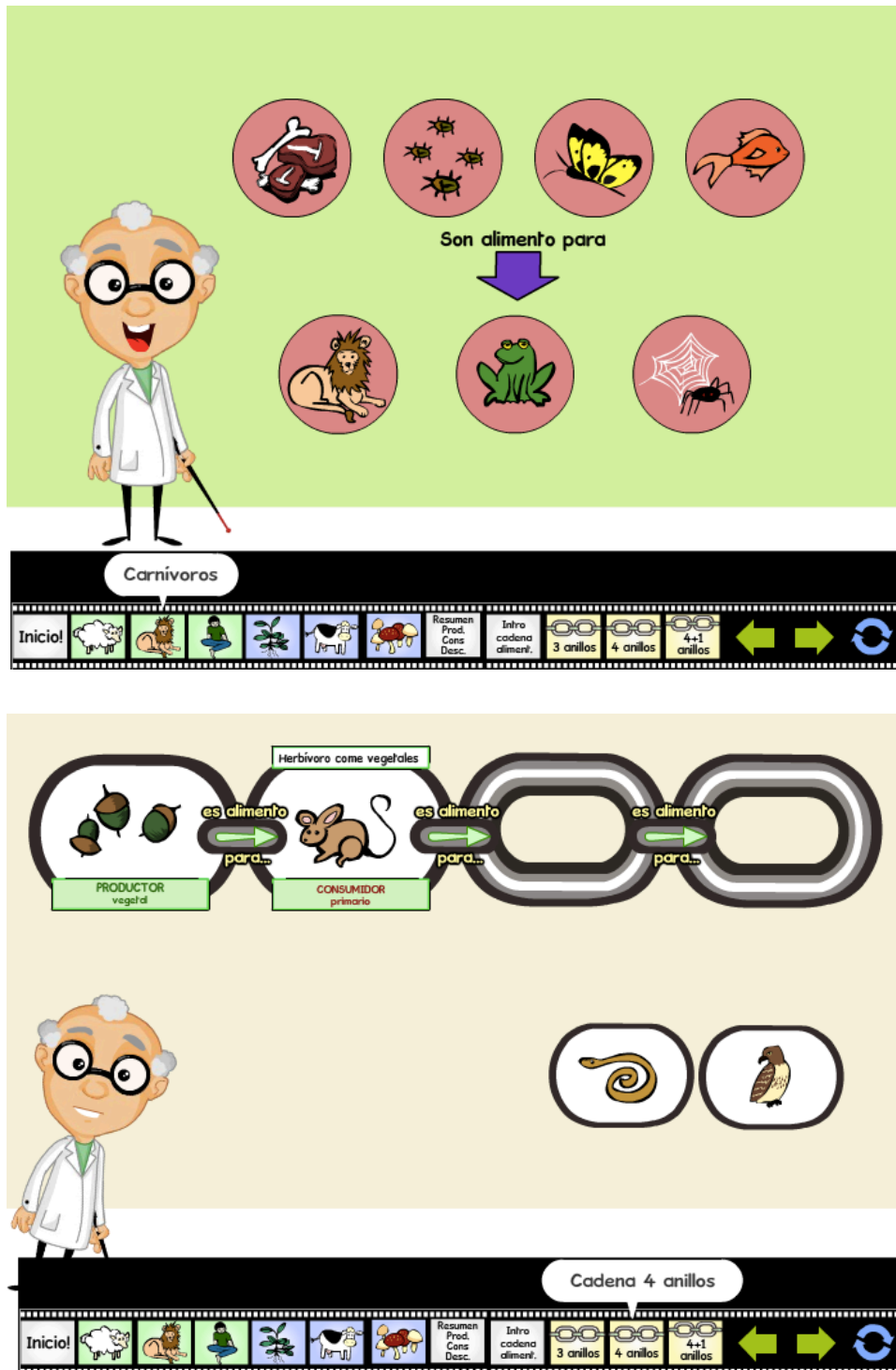


Figura 3-2 Dos pasajes clave en LO2: 1) lo schema de riepilogo della dieta carnívora 2) la construcción paso a paso de una cadena compleja

3.10.3 LO3 - Learning-Game

Anch'esso è in formato digitale e fruibile su supporto XO laptop. E' la versione interattiva del L02 e ha caratteristiche a cavallo tra il tutoriale e il videogioco educativo. Lo studente (con auricolari) è invitato a giocare con le informazioni che vengono presentate interagendo direttamente con esse e sperimentando il rapporto causa-effetto delle sue azioni sulla progressione del multimedia (Serenelli, Ruggeri, Mangiatordi 2011b).

Tabella 3-9 Descrizione LO3

FORMAT DI LEARNING OBJECT	LO3 – LEARNING-GAME
MEDIA UTILIZZATO E PRESENTAZIONE DELL'INFORMAZIONE	Organizzatori grafici interattivi sono presentati su schermo integrando nella medesima animazione: testo, immagini, simboli, schematizzazioni e le tracce audio sincronizzate.
STRATEGIA DIDATTICA E PRESENTAZIONE DELLA SEQUENZA DEI CONTENUTI	L'informazione è presentata con un approccio <i>task-centered</i> (centrato sul compito). E' presente la figura del tutor virtuale che si esprime con uno stile tipo "cartone animato". Il tutor virtuale interviene nel gioco attraverso commenti contestuali e feedback positivi e negativi.
INTERAZIONE E GRADO DI MANIPOLAZIONE DEL MATERIALE DA PARTE DEL DISCENTE	Ci sono due attività di classificazione per la dieta animale (animal diet) e dei livelli trofici (trophic levels) e tre esercizi rollover/drag n' drop per la costruzione attiva di catene alimentari. Il discente può visionare il materiale determinando la velocità del ritmo ed eseguire esercizi e compiti più volte. La progressione è vincolata al superamento dei task assegnati dal prof. Haragan che conferisce ricompense simboliche al superamento di ogni "quadro" del gioco.

L'oggetto per l'apprendimento LO3 è più complesso dei precedenti e consiste in una sequenza di 3 giochi elementari basati sul *Task Centered Principle* di Merrill (vedi Figura 3.5) secondo cui "... le prestazioni aumentano quando gli studenti intraprendono una progressione di compiti (T) dal semplice al complesso con una corrispondente diminuzione di guida esterna e/o di coaching ...".

In LO3 possiamo notare come con l'aumento della complessità del compito (T) aumenti nei tre argomenti trattati Dieta Animale (animal diet), Livelli Trofici

(Trophic Levels) e Catena Alimentare (Food Chain). Nel contempo l'intervento di guida e di sostegno del tutor virtuale va progressivamente in *fading*.

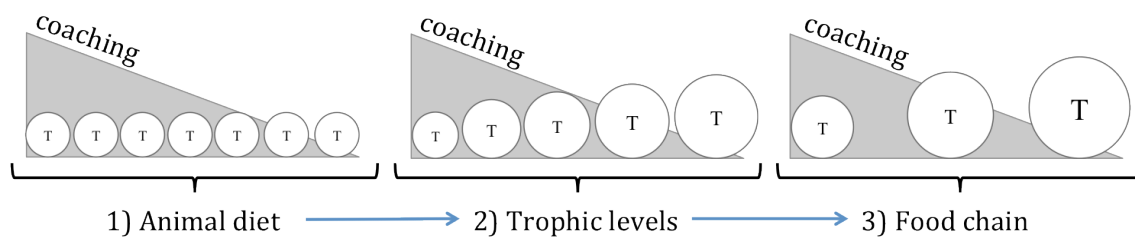


Figura 3-3 Progressione di task e fading in LO3

La prima parte di ogni interazione/attività è la fase di *attivazione* in cui lo studente è invitato a fare inferenze sulle possibili soluzioni inizialmente per prove ed errori o basandosi sulle propri limitate conoscenze pregresse degli argomenti. Il tutor virtuale risponde alle azioni dello studente e fornisce nuove informazioni che costituiscono elementi di base del modello della catena alimentare.

Segue la fase di *dimostrazione* in cui il tutor sintetizza parti dell'argomento con messaggi multimediali (audio sincronizzato a diagrammi animati). La maggior parte dei testi sono sostituiti dalla voce umana del personaggio animato.

Meccanica/Struttura di gioco(Serenelli, Ruggeri, Mangiatordi 2011b): è stato scelto un approccio di Game Based Learning per rendere più sfidante l'esperienza aumentando la motivazione intrinseca e avvicinare il discente ad un' "esperienza di flusso"⁸³ guidata dal tutor virtuale che in LO3 invita lo studente a diventare un giovane scienziato attraverso le attività legate agli argomenti principali prestabiliti. Il flusso dell'informazione è condizionato dalla soluzione dei compiti precedenti; il tutor virtuale offre oggetti e ricompense simboliche, quando lo studente passa al livello successivo (blocco note, fotocamera, videocamera, camice da laboratorio, certificato finale e medaglia).

Feedback: nel LO3, prima di ogni attività, il tutor virtuale introduce l'argomento e le regole, del gioco sfidando lo studente a risolvere il problema senza avergli precedenti informazioni. Durante l'interazione, l'insegnante fornisce un feedback

⁸³ Un'esperienza di alta concentrazione su una situazione, caratterizzata dal coinvolgimento dinamico e completo di tutta la persona che, fortemente motivata, ha accesso a tutte le sue potenzialità, ha una concentrazione totale e prova un forte senso d'autoefficacia. In questo caso vi è una perdita della dimensione temporale ed una focalizzazione attentiva sul presente che esclude tutti gli stimoli non connessi al compito. Una condotta a motivazione intrinseca di questo tipo può favorire la condizione ottimale per il conseguimento di prestazioni eccellenti (Csikszentmihalyi 1990).

negativo minimo per guidare il discente verso la giusta risposta e usa risposte positive significative quando lo studente completa il task. La vera ricompensa offerta dal gioco è l'acquisizione di nuove informazioni sull'argomento che saranno necessarie alle sfide successive. La progressione è condizionata dal coinvolgimento dello studente nel risolvere il problema e, di conseguenza, a creare in modo costruttivo il modello di conoscenza complessivo.

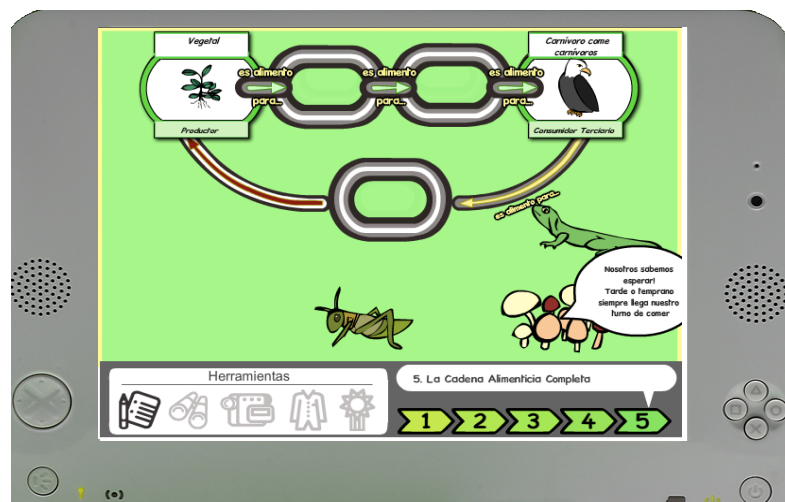
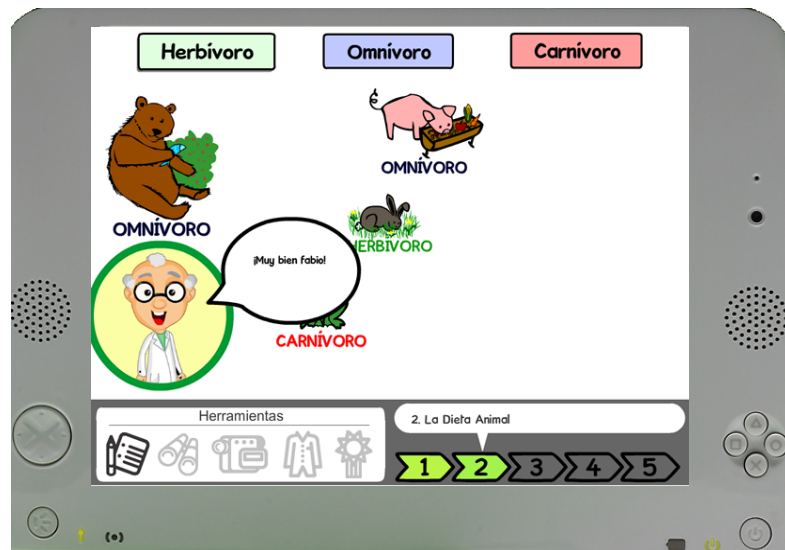
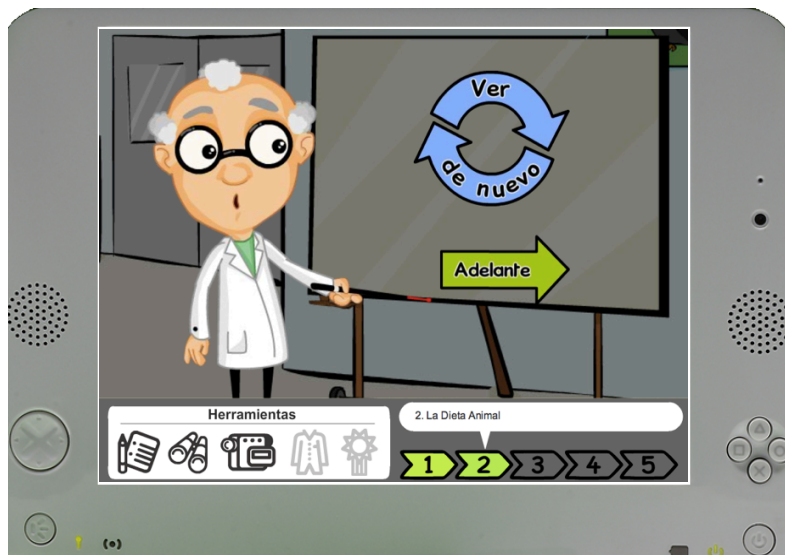


Figura 3-4 Tre passaggi chiave di LO3: la spiegazione del gioco, classifica la dieta animale, costruisci la catena alimentare

3.10.4 L04 – Presentazione PPT

Scopo di L04 è fornire al tempo stesso uno strumento di presentazione per l'insegnante e un materiale di apprendimento per gli studenti basato sull'infografica.

L04 non è altro che una versione semplificata di L02 in cui vengono presentati gli schemi e le informazioni di base ma senza l'uso di animazioni di riepilogo. Vengono invece costruiti passo passo gli schemi (con le transizioni da una slide all'altra) e sono presenti gran parte dei testi esplicativi di L01 per fornire al docente un canovaccio della lezione e un supporto per la lettura collettiva ad alta voce (richiesta partita dai maestri).

La videoproiezione (1,5mx1m) in aula sembra essere una modalità molto apprezzata e considerata una piacevole innovazione delle lezioni da parte degli studenti. A livello di *Multimedia Design e principi di istruzione*:

- Non viene applicato il *redundancy principle* in quanto il docente legge ad alta voce con la classe i testi presenti sugli schemi videoproiettati (ma il docente guida il ritmo e minimizza l'effetto negativo dello split dell'attenzione in quanto sono gli studenti stessi a leggere in sincrono)
- Il docente attraverso le continue interazioni, provocazioni e verifiche che sono alla base della lezione euristica, applica l'*activation principle* al fine di guidare l'attenzione e al tempo stesso rievocare conoscenze pregresse o consolidare quelle nuove

3.10.5 Il virtual pedagogical agent: Il Prof. Haragan (il Prof. Pigro)



Figura 3-5 Figura 3-5 Il Virtual Pedagogical Agent; il prof. Haragan

Basandoci sulle *guidelines per l'insegnamento efficace* proposte da Calvani (2011a) si è deciso di ideare un personaggio digitale (*virtual pedagogical agent* secondo la terminologia di Moreno e Mayer) che avesse il compito di introdurre i contenuti della catena alimentare e della dieta animale. Sono state fatte diverse ipotesi e si sono implementati diversi prototipi costituiti da personaggi animati che potessero essere graficamente interessanti ma senza risultare intrusivi in termini di peso grafico nel layout delle tavole infografiche o risultare eccessivamente attrattivi andando a costituire quelli che Harp e Mayer (1998) chiamano *dettagli seduttivi*⁸⁴.

Il personaggio scelto è il Prof. Haragan che significa il “professore pigro”: in tutti gli LO è rappresentato con un aspetto buffo ma al tempo stesso serio (è un ricercatore) e ha la funzione di introdurre i contenuti e segnalare i punti salienti della presentazione segmentando e ponendo in evidenza le informazioni *core*.

- In LO1 si esprime con dei fumetti e compare con una bacchetta ad indicare i passaggi più importanti;
- in LO2 è un personaggio animato con una voce che gli stessi bambini hanno definito “buffa ma che attira”

⁸⁴ Seductive Details: elementi grafici o parti di informazione che deviano l'attenzione dal compito di apprendimento in quanto competono in modo aggressivo con l'integrazione delle informazioni rilevanti.

- in LO3 presenta le sfide del *learning-game* e fornisce feedback correttivi
- in LO4 è videoproiettato in aula e viene usato dal docente come espediente narrativo per parlare della catena alimentare (il maestro interpreta e dà voce ad Haragan)

In particolare in LO3, essendo l'oggetto più interattivo e in LO4 con la presenza fisica del maestro si è tentato di seguire il più possibile le già citate *linee guida dell'insegnante efficace*:

1. in ogni momento del processo di apprendimento tieni in massima considerazione come l'allievo percepisce il proprio senso di autoefficacia
2. orienta l'attenzione dell'allievo sugli aspetti rilevanti di ciò che deve apprendere limitando il carico cognitivo estraneo
3. attiva le preconoscenze dell'allievo
4. fornisci preliminari visioni d'insieme prima di entrare nei dettagli
5. controlla con cura gli strumenti e i codici di comunicazione che impiegherai
 - a. ricerca l'essenzialità dell'informazione ed evita la ridondanza
 - b. con gli allievi novizi orienta l'attenzione
 - c. esplicita l'implicito rendendolo più narrativo
 - d. integra i codici comunicativi mantenendo pertinenza e prossimità
 - e. usa le animazioni se si devono comprendere modelli dinamici e permetti il riesame dell'animazione
 - f. è meglio integrare immagine e audio con una voce narrante piuttosto che con un testo scritto
6. aiuta gli allievi a sviluppare immaginazione mentale e pensiero ad alta voce (lavoro in coppia)
7. favorisci un progressivo spostamento dal che cosa apprendere al come apprendere
8. dinanzi a compiti complessi scomponi, scorpora e sequenzializza (prima e durante il compito è necessari ricorrere alla visione d'insieme, vedi pto 4)
9. favorisci l'apprendimento attraverso dimostrazioni e padronanza guidata (Bandura, Merrill, Clt).
10. favorisci la rielaborazione interiore delle conoscenze variando il contesto applicativo e ritornando sulle conoscenze a distanza di tempo

3.10.6 Implementazione di Multimedia Learning Principles e First Principles of Instructions

Di seguito si presentano i due schemi di sintesi che riportano per ogni LO i principi di design istruttivo implementati (Serenelli, Ruggeri, Mangiatordi 2011b).

Tabella 3-10 Principi della Teoria dell'Apprendimento Multimediale (MLT) e Format dei LO

Finalità	Principi della MLT	Format di LO			
		LO1 Dispensa Infografico	LO2 Multimedia Passo-passo	LO3 Learning game	LO4 Presentazi one PPT
Riduzione del carico informativo estraneo	Coerenza	✓	✓	✓	✓
	Segnalazione	✓	✓	✓	✓
	Ridondanza	✓	✓	✓	✗
	Vicinanza spaziale	✓	✓	✓	✓
	Vicinanza temporale	✗	✓	✓	✓
Gestione del carico informativo intrinseco	Segmentazione	✓	✓	✓	✓
	Sequencing	✓	✓	✓	✓
	pacing	✓	✓	✓	✗
	Pre-training	✗	✗	✗	✓
	Modalità	✗	✓	✓	✓
Gestione del carico cognitivo pertinente	Multimedia	✓	✓	✓	✓
	Personalizzazione	✓	✓	✓	✓
	Uso della voce	✗	✓	✓	✓
	Uso di immagini	✓	✓	✓	✓
	Interattività	✗	✓	✓	✗

Tabella 3-11 First Principles of Instructions e Format dei LO

Finalità e ³	Principi della MLT	Format di LO			
		LO1 Dispensa Infografica	LO2 Multimedia Passo-passo	LO3 Learning game	LO4 Presentazi one PPT
Effective Efficace Engaging	Focus sul compito/problema	✗	✗	✓	✗
	Attivazione (prompt)	✗	✗	✓	✓
	Dimostrazione (animazioni)	✗	✓	✓	✗
	applicazione	✗	✗	✓	✗
	integrazione	✗	✗	✗	✗

3.11 Operazionalizzazione delle variabili di Learning Setting e LO design

Di seguito vengono presentate le variabili che caratterizzano le cinque condizioni sperimentale testate; per ognuna di esse si riportano gli stati che possono assumere e una descrizione sintetica.

Tabella 3-12 Descrizione dettagliata delle variabili di Learning Setting

1) LEARNING SETTING:			
	Variabili	Livelli	Note
1.0	tipologia	Set-A autoapprendimento	Il discente svolge l'attività in totale autonomia misurandosi direttamente con il materiale proposto che può visionare controllando personalmente il ritmo di avanzamento e autoregolando l'apprendimento
		Set-B coop learning	Apprendimento cooperativo in coppia: Entrambi i discenti sono invitati a porre l'attenzione sui concetti principali, discutere e negoziare con l'altro la velocità della presentazione delle informazioni le strategie di gioco, tecniche per la risoluzione dei problemi e i feedback del tutor virtuale.
		Set-C app.eteroguidato	La presentazione è proiettata in aula e (dimensioni della proiezione 1,5 m x 1 m) e gestita dall'insegnante che guida l'apprendimento in modo regolato e progressivo
1.1	Learning Support	Nessuno	Lo studente autoregola l'apprendimento
		Basso - maestro+classe	Non individualizzato: il maestro regola la presentazione rispetto ai feedback di comprensione che ottiene dalla classe attraverso periodiche verifiche e stimolazioni
		Medio - virtual tutoring	Individualizzato: solo feedback positivi (vt) + ricompensa intrinseca (nuova info) + ricompensa estrinseca (premi digitali)
		Alto - Virtual tutor + Compagno	Monitoraggio continuo della comprensione del compagno e codecisione delle strategie di apprendimento + feedback (vt) positivi + ricompensa intrinseca (nuova info) + ricompensa estrinseca (premi digitali)
1.2	Isolamento	Basso	Lo studente non usa le cuffie ed è esposto a rumori e distrazioni esterne
		Medio	Lo studente condivide un set di cuffie auricolari con il compagno, pertanto è isolato parzialmente rispetto all'ambiente esterno
		Elevato	Ogni studente usa un paio di cuffie auricolari in autonomia ed è perfettamente isolato rispetto al resto dell'aula
1.3	Disturbo ambientale	Basso	Il disturbo ambientale è minimo; i ragazzi non si distraggono reciprocamente
		Medio	L'aula è mediamente rumorosa per l'attività in corso; intercorrono scambi reciproci finalizzati all'apprendimento
		Elevato	Il livello di disturbo/rumore generato dagli studenti è elevato e gli studenti faticano a mantenere l'attenzione

Tabella 3-13 Descrizione dettagliata delle tipologie di Learning Object progettati

	2. Learning Object: tipologia		
	Variabili	Livelli	Note
2.0	Tipologia LO	Lo1-dispensa infografica	Una raccolta di organizzatori grafici presentati progressivamente in forma di fumetto. Integra diversi modalità in semplici schemi e diagrammi: testo, immagini, simboli e schematizzazioni.
		Lo2-multimedia passo passo	Organizzatori grafici passo-passo sono presentati su schermo integrando nella medesima animazione: testo, immagini, simboli, schematizzazioni, animazioni e le tracce audio.
		Lo3-learning game	Organizzatori grafici interattivi sono presentati su schermo integrando nella medesima animazione: testo, immagini, simboli, schematizzazioni, animazioni e le tracce audio.
		Lo4-presentazione ppt	Una presentazione in Powerpoint che mostra i concetti base dello schema infografico. La presentazione è proiettata in classe (dimensioni della proiezione 1,5 m x 1 m).

Tabella 3-14 Descrizione dettagliata delle variabili di Instructional Design

2.1 Learning Object: variabili Instructional design			
2.1.1	Strategia di presentazione	Topic centered	L'informazione è presentata con un approccio topic-centered (centrato sull'argomento) in una modalità lineare
		Task centered	L'informazione è presentata con un approccio task-centered con progressiva difficoltà del problema da affrontare e progressiva autonomia e del discente nello svolgimento
2.1.2	Formato di istruzione	Tutoriale passo-passo	E' una strategia totalmente espositiva : Le schematizzazioni e i commenti sono solo presentati da un personaggio di fantasia che non offre feedback. Il discente è invitato a una costruzione passo-passo del modello del processo di "Catena Alimentare" attraverso una strategia di autoapprendimento .
		Game based tutorial	Il tutoriale sequenziato come progressione di 3 giochi didattici per ognuno dei quali la soluzione sblocca il passaggio al gioco successivo. L'interazione diretta consente la costruzione attiva degli schemi mentali attraverso l'interazione con il tutor virtuale che piano piano ritira la sua azione di scaffolding
		Lezione euristica	Il materiale è disegnato per esser un supporto visuale per una lezione tradizionale euristica. L'insegnante chiede agli alunni di leggere insieme i testi e guida la presentazione fornendo esempi e commentando le informazioni presentate. Stimola il gruppo a partecipare verificando la progressiva comprensione e infine riassume gli argomenti della lezione. La velocità e il ritmo di apprendimento sono gestiti dal professore attraverso un sistema continuo di feedback esplicito con gli alunni. Gli alunni interagiscono con l'insegnante rispondendo agli stimoli proposti, chiedendo di rispiegare il materiale precedentemente mostrato o ulteriori spiegazioni.
2.1.3	Merrill's Principles	Task/problem Activation Demonstration Application Integration	I principi di merrill prevedono che l'istruzione sia centrata sulla progressiva soluzione di problemi di crescente complessità e con tutoring inversamente decrescente (backward fading) L'apprendimento viene potenziato applicando i seguenti criteri didattici: Activation (ricordo di concetti conosciuti come la dieta animale/livelli trofici) Demonstration: attraverso animazioni che visualizzano ciò che avviene in natura ed esplicitano i legami tra gli anelli/livelli trofici Application: applicazione pratica e progressivadei concetti presentati per costruire le catene alimentari Integration: in collaborazione con il compagno o con la classe gli allievi possono riflettere, discutere e definire la loro conoscenza esplorando nuovi e personali modi di usare la loro conoscenza

Tabella 3-15 Descrizione dettagliata delle variabili di Multimedia Learning Design

2.2 Learning Object: Multimedia Learning Design			
	Variabili	Livelli	Note
2.2.1	Multimedialita' (livello)	Basso	Testo/comic + immagini
		Medio	Audio(virtual tutor)+testo(minimo, solo etichette)+immagini
		Elevato	Audio(docente integrazione)+testo(proiettato integralmente) + immagini
2.2.2	Information display (livello complessita')	Basso	Infografica statica
		Medio	Infografica passo-passo
		Elevato	Infografica passo-passo+animazione del modello
2.2.3	ML principles: riduzione CL estraneo	• Coherence • Signaling • Redundancy • Spatial contiguity • Temporal contiguity	
2.2.4	ML principles: gestione CL intrinseco	• Segmenting • Sequencing • Pacing • Pre-training • modality	
2.2.5	ML principles: rinforzo CL pertinente	• multimedia • personalization • voice • image • Varied context examples	

Tabella 3-16 Descrizione dettagliata delle variabili di Interaction Design

2.3 Learning Object: Interaction Design			
	Variabili	Livelli	Note
2.3.1	Supporto fisico dei contenuti	Carta	Dispensa a fumetti, stampata a colori in A4
		Xo laptop	Netbook personale
		Videoproiezione	Pc+videoproiettore (1,5mx1m)
2.3.2	Interazione con il virtual tutor	Nessuno	Personaggio muto/statico (la comunicazione e l'interattività sono puramente immaginate)
		Basso	Il personaggio è introdotto dal docente come artificio retorico; il maestro dà vita al personaggio leggendo ad alta voce con la classe ciò che è presentato nel materiale
		Medio	Personaggio multimediale/animato (parla e ripete a comando)
		Elevato	Personaggio multimediale/animato/interattivo (parla e ripete a comando, guida alla soluzione di semplici problemi e fornisce feedback positivi)
2.3.4	Controllo sul contenuto (livello)	Basso	Il ritmo è dettato dal docente e dal gruppo, lo studente può chiedere al docente di rispiegare
		Medio	Controllo granulare del microcontent (singole unità concettuali) + ripetizione
		Elevato	Manipolazione dell'informazione con meccaniche di gioco: esercitazione pratica progressiva+controllo granulare del microcontent
2.3.5	Interattività del materiale e dell'interfaccia (livello)	Basso	Nessun feedback nel cambio di pagina, lo studente deve individuare i punti salienti aiutato da <i>hints</i> incorporati nel design infografico
		Medio	Controllo interfaccia navigazione (rollover+point 'n click) finalizzata all'avanzamento
		Elevato	Controllo interfaccia navigazione e degli oggetti che appaiono sullo schermo: drag'n drop+rollover+click finalizzate a risoluzione di problemi e a gestire la progressione

3.12 Valutazione degli apprendimenti e costruzione delle prove oggettive

Al fine di misurare l'impatto del format didattico e dei contesti di applicazione, abbiamo individuato 5 obiettivi didattici utilizzando la Matrice contenuti/ prestazioni e abbiamo valutato i risultati finali tramite l'utilizzo di 4 test: Retention, Comprehension, Problem Solving, Delayed Problem Solving (lo stesso problem solving test somministrato una settimana dopo la presentazione del materiale didattico).

3.12.1 Retention Test (Ret-T)

Viene chiesto agli studenti di rievocare dei fatti (es. riporta il maggior numero di animali che sono stati presentati durante la lezione) e ricordare la formulazione dei concetti (attraverso domande di tipo V/F).

Tabella 3-17 Test di retention - verifica la capacità di ricordare le parti più importanti del materiale in termini di fatti e concetti

TIPO DI CONOSCENZA	FATTI	CONCETTI	
COMPITI	RICORDA	RICORDA	
OBIETTIVI DIDATTICI	(O1) Ricorda specifici dati e fatti	(O2) Ricorda e comprende definizioni e classi di dati	(O2) Ricorda e comprende definizioni e classi di dati
DESCRIZIONE	Ricorda i nomi degli animali mostrati precedentemente nel material didattico	Dieta animale: definisci il significato di queste categorie : erbivori/ carnivori/ onnivori ; produttori/ consumatori/ decompositori	Livelli Trofici: : definisci il significato di queste categorie : produttori/ consumatori/ decompositori
TEST	Domanda aperta: fai una lista con tutti gli animali che ricordi ti siano stati presentati durante la lezione	Domande a scelta multipla: 15 domande vero/falso	Domande a scelta multipla: 15 domande vero/falso

Cuestión 1	Cuestión 2
¿Cuáles son los animales que has visto durante la lección?	Marca que frases son verdaderas y cuáles falsas
	2.1 <u>HERBÍVOROS</u> VERDAD. FALSO • Los herbívoros comen insectos y plantas ☐ ☐ • Plantas y algas son herbívoros ☐ ☐ • Los peces que comen plantas son herbívoros ☐ ☐ • Los herbívoros comen flores, raíces, semillas y frutas ☐ ☐ • Todos los animales son parcialmente herbívoros ☐ ☐
	2.2 <u>CARNÍVOROS</u> VERDAD. FALSO • Los carnívoros comen sólo otros animales ☐ ☐ • Los carnívoros comen plantas e insectos ☐ ☐ • Los carnívoros comen sólo otros seres vivos ☐ ☐ • Los carnívoros comen animales y vegetales ☐ ☐ • Todos los animales son carnívoros ☐ ☐
	2.3 <u>OMNÍVOROS</u> VERDAD. FALSO • Los omnívoros son los animales y las plantas ☐ ☐ • Los omnívoros pueden producir su propio alimento ☐ ☐ • Los omnívoros son animales ☐ ☐ • Los omnívoros comen sólo herbívoros y carnívoros. ☐ ☐ • Los omnívoros pueden comer animales y vegetales ☐ ☐

Figura 3-6 Retention Test: la domanda uno misura la capacità di rievocare fatti; la domanda due accerta il ricordo di concetti

3.12.2 Comprehension Test (Comp-T)

Un punto di vista condiviso è che l'apprendimento affondi le proprie radici nell'esperienza e tale esperienza sia fondamentale per prevedere ai fini della propria sopravvivenza il futuro dei sistemi e dei processi che ci circondano. Proprio il tema della sopravvivenza è il nucleo concettuale primario su cui si basa la teoria delle catene e delle reti alimentari oggetto della sperimentazione.

Mutuando da Rivoltella (2011) la constatazione che conoscere è essenzialmente categorizzare le esperienze, abbiamo strutturato il test di comprensione in due parti:

- la prima mira ad accertare la capacità di rievocazione dei concetti presentati (test vero/falso su sei categorie)
- La seconda, volta alla categorizzazione di nuovi elementi di ipotetiche catene alimentari basandosi sulla classificazione degli esempi appresi in fase istruttiva.

Tabella 3-18 Test di Comprensione - si propone di misurare i livelli di comprensione dei principali concetti attraverso la capacità di classificare nuovi esempi

TIPO DI CONOSCENZA	CONCETTI	
COMPITI	APPLICA	
OBIETTIVI DIDATTICI	(O3)Applica i concetti, classificando nuovo materiale	(O3)Applica i concetti, classificando nuovo materiale
DESCRIZIONE	Classifica animali e altri esseri viventi appartenenti a ecosistemi sconosciuti applicando i concetti appresi (Dieta animale)	Classifica animali e altri esseri viventi appartenenti a ecosistemi sconosciuti applicando i concetti appresi (Livelli trofici)
TEST	CLASSIFICAZIONE: "scrivi i nomi degli animali nelle caselle corrette"	CLASSIFICAZIONE: "scrivi i nomi degli animali nelle caselle corrette"

Cuestión 5				
Clasifica los siguientes seres vivos escribiendo sus nombres en la columna correcta				
PRODUCTORES	CONS. PRIMARIOS	CONS. SECUNDARIOS	CONS. Terciarios	DESCOMPONEDORES

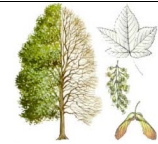
 URRACA: como insectos que se nutren de hojas y abas/bayas	 ALGA CORALINA: soy un vegetal marino y parezco un coral	 CANGURO: todo el día busco hierba fresca.	 ABEJA: soy un insecto y como el polen de las flores. Me defiendo con mi aguijón.	 JIRAFa: como hojas y arbustos. Los felinos son mis predadores	 BACTERIAS: somos microorganismos y nos comemos los restos de animales y plantas	 ZORRO: me alimento de animales pequeños como conejos. Tengo miedo de las águilas y del hombre
 PANTERA: como principalmente grandes herbívoros. No conozco enemigos naturales.	 COCODRILO: como peces mamíferos, aves, reptiles y otros animales. No tengo miedo de nadie.	 *KRILL: somos la especie más numerosa del mundo; comemos plantas microscópicas que se llaman fitoplancton	 PINGÜINO EMPERADOR: comemos krill *(ver cuadro) y peces pequeños	 HONGOS: ayudamos a reducir restos de animales y plantas muertas	 ORCA: soy un depredador que se alimenta de peces, tortugas, aves, focas y tiburones. No conozco enemigos naturales.	 ARCE: soy un árbol bastante alto y vivo en Europa y en América del Norte

Figura 3-7 Comprehension test: si richiede agli studenti la classificazione di essere viventi sconosciuti secondo la tassonomia dei livelli trofici, basandosi sulla dieta descritta in ogni cella.

3.12.3 Problem solving Test (PS-T) e Delayed Problem solving Test (DPS-T)

Nelle attività di risoluzione dei problemi il discente individua un gap tra una situazione attuale e una situazione desiderata e si attiva per il suo conseguimento. Il *problem solving* (Calvani 2010b) è tra l'altro annoverato tra le *key competence* e le *skills for life* e “su di esso si basa l'apprendimento per scoperta o per *insight*”.

Si è già sottolineata in precedenza la relazione stretta tra la capacità di classificazione e la comprensione dei concetti. E' evidente come sua volta la comprensione delle categorie sia una sorta di *precursore* della capacità di problem solving in quanto essenziale per generare previsioni di funzionamento dei modelli di realtà appresi.

La sequenza dei quadri concettuali interni ai nostri LO fa leva sulla presentazione progressiva di elementi sempre più complessi che vanno ad arricchire il repertorio di modelli mentali in grado di spiegare il funzionamento delle catene alimentari. E' stato adottato sia nella presentazione che nella valutazione il *Model-Centered Learning and Instrution* di Norbert Seel⁸⁵ secondo cui l'apprendimento è una progressione di modelli mentali da uno stato iniziale basato su preconcezioni e prenoscenze ad uno stato finale target della attività istruttiva (Calvani 2010b). Basandoci sulla nostra Content Performance Matrix per testare le competenze di Problem Solving abbiamo verificato la capacità di applicazione dei processi (il modello della catena alimentari) in ecosistemi i cui esseri viventi erano completamente sconosciuti agli studenti. Infine è stato richiesto loro di astrarre in un frame concettuale di sintesi che implicasse le realazione tra i concetti relativi alla dieta animale (erbivori/onnivori/carnivori), ai livelli trofici (produttori/consumatori/decompositori) e al modello retroattivo della catena. Tale astrazione richiedeva il completamento di uno schema espresso in una modalità infografica non previamente presentata.

⁸⁵ Le 4 funzioni base del modello sono: semplificazione, visualizzazione, ragionamento analogico e simulazione; tutte valutate attraverso la classificazione e la creazione di catene alimentari con elementi e contesti sconosciuti

Tabella 3-19 Test di Problem Solving - chiede allo studente di trasferire il modello di catena alimentare in contesti ambientali sconosciuti

TIPO DI CONOSCENZA	PROCESSI	
COMPITI	APPLICA	ASTRAI
OBIETTIVI DIDATTICI	(O4) Risolvere un problema utilizzando i concetti precedentemente imparati	(O5) Riorganizzare i concetti appresi per ricavare un nuovo schema astratto.
DESCRIZIONE	Catena alimentare: usa i concetti di dieta animale e di livelli trofici per la costruzione di nuove catene alimentari	Catena alimentare: mostra il processo di catena alimentare in uno schema astratto.
TEST	Costruisci una catena alimentare dai seguenti organismi, per ogni elemento/anello inserisci il nome corretto.	Completa lo schema della catena alimentare, facendo corrispondere concetti astratti ricavati dalla dieta alimentare e dai livelli trofici.

Cuestión 7.3

Completa el siguiente esquema de cadena alimenticia eligiendo y ordenando 6 organismos de la siguiente tabla.
Por cada anillo debes escribir el nombre del organismo correspondiente → ATENCIÓN! hay 2 consumidores terciarios

```

graph LR
    A[.....] -- "Es alimento para" --> B[.....]
    B -- "Es alimento para" --> C[.....]
    C -- "Es alimento para" --> D[.....]
    D -- "Es alimento para" --> E[.....]
    E -- "Forman los nutrientes para" --> A
  
```

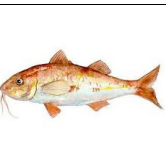
 SARDINA: Yo soy un pez pequeño y me gustan los herbívoros, pero los que no tienen espinas!	 BACTERIAS: somos microorganismos y nos comemos los restos de animales y plantas	 PARGO: Yo soy un gran pez y como los peces pequeños. Pero hay peces más grandes que yo, y tengo que escapar!	 CANGREJO: soy uno de los pocos crustáceos que pueden comer erizos de mar.	 DELFIN: como peces carnívoros excepto el tiburón	 ERIZOS DE MAR: vivo en el fondo marino y me gustan las algas de profundidad.
 CAMARÓN: a veces voy a comer en la superficie para encontrar los vegetales más pequeños.	 TIBURÓN TIGRE: Soy más grande que el delfín, pero no lo como, prefiero otros grandes peces.	 ALGA MARINA: soy una larga y delgada alga marina	 DIATOMEA: Somos algas microscópicas que flotan en la superficie del agua.	 TRIGLIA: los crustáceos son una parte importante de mi dieta.	

Figura 3-8 Problem Solving Test: gli studenti devono costruire una catena alimentare funzionante dimostrando la comprensione dei nessi relazionali tra i suoi elementi consecutivi.

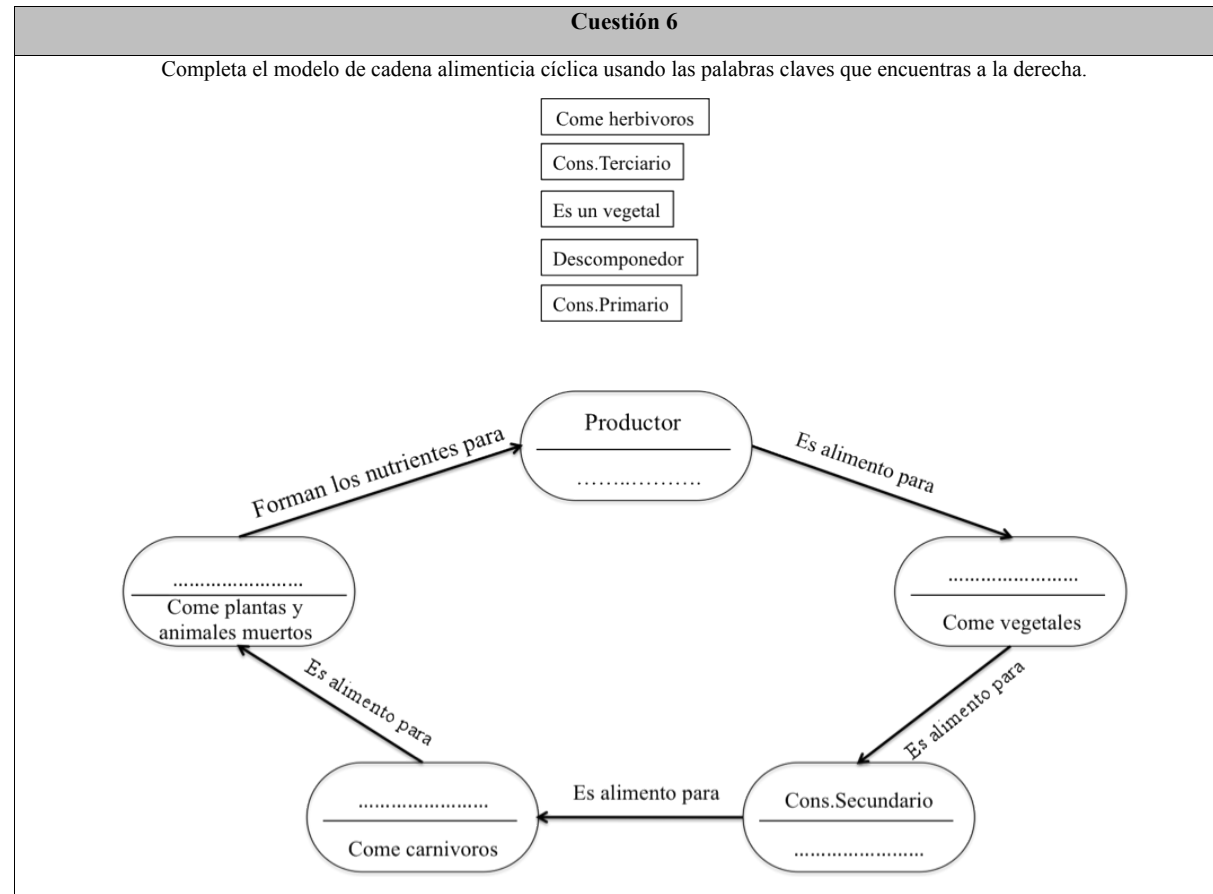


Figura 3-9 Problem Solving Test: In questa domanda si chiede di riorganizzare i concetti appresi per ricavare un nuovo schema astratto di sintesi.

3.13 Scelta della misure statistiche e procedimento di analisi dei dati

Le condizioni sperimentali verranno ora confrontate a coppie per i risultati che hanno apportato in termini di performance e User Experience. Per la valutazione degli apprendimenti delle prove oggettive si procederà come segue:

1. **Analisi della varianza** (Anova Test) usata per verificare preliminarmente la significatività delle differenze ottenibili con il trattamento sperimentale; verranno considerati significativi i valori di $p < 0,05$ e si procederà comunque ad approfondimenti nel caso in cui $0,05 < p < 0,1$
2. Calcolo delle **Medie** dei risultati di ogni test
 - **Compl%.CA** è la media dei risultati ottenuti da ogni soggetto in ogni obiettivo didattico
 - **Retention Test (Ret-T)** è la media dei risultati ottenuti da ogni soggetto per gli obiettivi didattici O1(ricordo di fatti) e O2(ricordo di concetti)
 - **Comprehension Test (Comp-T)** è la media dei risultati ottenuti da ogni soggetto nell'obiettivo didattico O3 (applicazione di concetti mediante classificazione di esempi sconosciuti)
 - **Problem Solving Test (PS-T)** è la media dei risultati ottenuti da ogni soggetto per gli obiettivi O4 (applicazione di processi) e O5 (astrazione di processi)
 - **Delayed Problem Solving Test (DPS-T)** la media dei risultati ottenuti da ogni soggetto per il medesimo PS-T ma testato dopo sette giorni senza preavviso.
3. Calcolo delle **medie** delle performance ottenute per ogni **obiettivo didattico (O1,O2,O3,O4,O5)**
4. **Diff.%CA:** è la differenza di risposte corrette espressa in % (CA = Correct Answers) del gruppo sperimentale 2(GS) rispetto al gruppo di controllo (GC)
5. **Effect Size (FX):** l'effect size (Cohen 1988) è la $DIFF.CA/DEV.STANDARD-GC$; ovvero la differenza di performance tra gruppo sperimentale e gruppo di controllo diviso la deviazione standard del gruppo di controllo; questo test è importante perchè indica la *forza reale dell'effetto* esprimendo quante deviazioni standard di scarto esistono tra le due performance misurate.

Come suggeriscono Clark e Lyons in *Graphics for learning* (2004) la valutazione dell'effect size deve essere coerente con i seguenti range:

- $< 0,2$ probabilmente non sufficiente per suggerire l'adozione della condizione di apprendimento
- tra $0,3$ a $0,5/0,7$ effetto reale positivo ma moderato
- $> 0,7$ il trattamento è decisamente preferibile per ottenere uno specifico risultato

3.13.1 Questionario di User Experience

Al termine della sessione di test abbiamo anche somministrato un questionario per la valutazione dell'esperienza dell'utente (UX - User Experience) uno strumento qualitativo costruito per scoprire le relazioni tra le preferenze degli studenti, le esperienze di apprendimento più soddisfacenti e i risultati di apprendimento. I suoi item sono raggruppati e suddivisi in 5 dimensioni.

“User Experience Design (UXD or UED) is a broad term used to explain all aspects of a person’s experience with the system including the interface, graphics, industrial design, physical interaction, and the manual”⁸⁶

La progettazione centrata sulla User Experience in genere prevede momenti di valutazione in itinere delle sue dimensioni, prima del rilascio di un prodotto o servizio. Tale valutazione nel nostro caso è utile a descrivere tutti gli aspetti dell'esperienza di una persona con il sistema di apprendimento con il quale entra in relazione.

L'idea di disegnare e valutare l'esperienza di apprendimento è fattore decisivo per raggiungere tre obiettivi di usabilità che coincidono quasi completamente con il modello di Merrill (2009) per un'istruzione efficace (e³ Instruction):

- *efficacia*: individuare le condizioni che permettono il raggiungimento degli obiettivi e di livelli di performance più elevati
- *efficienza*: individuare le condizioni che permettono la riduzione dello stress cognitivo e consentono una migliore gestione delle risorse a disposizione del discente
- *soddisfazione/coinvolgimento*: individuare le condizioni che siano per il discente piacevoli, non frustranti e promuovano un senso di autoefficacia

Nel caso della sperimentazione effettuata il design della UX si propone come strumento finalizzato a capire il ruolo esercitato dalla pressione del contesto critico in cui avviene l'esperienza stessa. Esistono infatti variabili di setting inalienabili come il disturbo ambientale sempre presente sia in classe che nell'ambiente scolastico, il cui effetto è amplificato dalle rappresentazioni interne degli studenti rispetto al *mondo scuola* e al valore delle attività di studio rispetto ad altre esperienze esterne al sistema educativo.

⁸⁶ http://en.wikipedia.org/wiki/User_experience_design#cite_note-adaptivepath2007-0

Si è deciso dunque di affiancare alle prove oggettive anche uno studio di UX per le condizioni di apprendimento scelte; la raccolta dati è avvenuta a valle del momento erogativo e della fase di testing in Ret-T, Comp-T e PS-T.

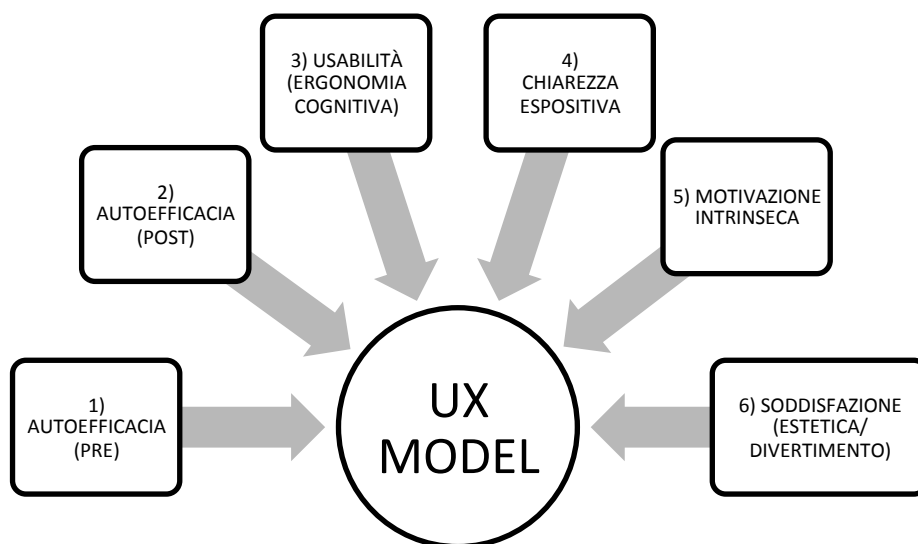


Figura 3-10 Modello di UX elaborato per la sperimentazione di MLD in contesto 1-to-1

Si è costruito e adottato un agile strumento qualitativo, un questionario composto da una batteria di *ventisei item* che indagano il punto di vista dello studente sull'efficacia didattica dell'esperienza di apprendimento (pre/post), la validità in termini di usabilità e chiarezza dei contenuti presentati, la motivazione intrinseca generata dall'esperienza verso la materia insegnata, i livelli di coinvolgimento degli studenti nelle attività educative.

Un problema nella rilevazione dell'UX con questo strumento è che non esiste una comparazione diretta tra i livelli percepiti dallo stesso utente per più trattamenti in quanto ogni soggetto ha interagito con un solo LO in un solo contesto. Per una prova comparativa più approfondita della UX sarebbe necessario avviare un secondo test in cui a un gruppo più ristretto di studenti si chiede di studiare con diversi materiali, ipotizziamo massimo due LO per evitare di introdurre stress e disinteresse, e di valutare le due esperienze ponendole in contrasto. Non è comunque questo l'obiettivo della ricerca attuale per cui si persegue la rilevazione delle sei dimensioni di UX per la singola coppia Learning Setting/Learning Object

che fornisce le dimensioni principali dell'esperienza di apprendimento nel contesto della sperimentazione primaria.

Di seguito vengono presentate le dimensioni prese in considerazione ed elencati e commentati gli item appartenenti ad ogni area.

1. Percezione di autoefficacia PRIMA dell'intervento istruttivo (Autoefficacia - PRE)

- Quanto eri preparato sul tema "la dieta animale"?
- Quanto eri preparato sul tema "organismi produttori"?
- Quanto eri preparato sul tema "organismi consumatori"?
- Quanto eri preparato sul tema "organismi decompositori"?
- Quanto eri preparato sul tema "catena alimentare"?

2. Percezione di autoefficacia DOPO la fase istruttiva (Autoefficacia – POST)

- Hai imparato qualcosa di nuovo?
- Dopo la lezione quanto ti senti preparato sul tema "la dieta animale"?
- Dopo la lezione quanto ti senti preparato sul tema "organismi produttori"?
- Dopo la lezione quanto ti senti preparato sul tema "organismi consumatori"?
- Dopo la lezione quanto ti senti preparato sul tema "organismi decompositori"?
- Dopo la lezione quanto ti senti preparato sul tema "catena alimentare"?

Si noterà che il primo gruppo è centrato solo sui nuclei tematici mentre il secondo aggiunge un item generale per valutare in che misura gli studenti sentono di aver appreso e integrato nuova conoscenza.

La semplicità e limitata profondità del test è una scelta precisa, posta in essere per minimizzare consapevolmente due fattori:

- lo stress derivante dalla partecipazione all'esperimento che richiedeva livelli di concentrazione elevati e senza interruzioni temporali significative (fase preparatoria 1ora, fase erogativa 30min, fase di test 1ora)
- i limiti intrinseci alle qualità attentive di pre-adolescenti e adolescenti di contesto critico ai quali è difficile fornire occasioni motivazionali forti per gestire un investimento elevato di risorse cognitive non finalizzate direttamente a ricompense estrinseche.

La percezione di autoefficacia è legata all'idea di accuratezza e completezza con cui gli utenti possono raggiungere certi obiettivi in ambienti particolari. Tale dimensione è probabilmente parte dei tratti caratteristici della personalità dei soggetti ma può essere modificata dai livelli di performance ottenuti dagli studenti durante le singole esperienze di apprendimento. Pertanto si è desiderato

affiancare agli indicatori quantitativi dei livelli di performance rilevati dalle prove oggettive anche un profilo di autoefficacia che gioca un ruolo chiave nella regolazione dei processi apprenditivi come l'autocontrollo nell'azione intenzionale e la gestione dello stress.

Per senso di autoefficacia si intende "la convinzione delle proprie capacità di organizzare e realizzare il corso di azioni necessarie per gestire adeguatamente le situazioni che si incontreranno in un particolare contesto, in modo da raggiungere gli obiettivi prefissati"(Bandura 1997).

La valutazione di questa dimensione è stata intesa nel test (in forma semplificata) come percezione della preparazione dei soggetti in relazioni ai nuclei di contenuto presentati nei learning object. Tali livelli di percezione del loro senso di competenza pre e post intervento istruttivo sono stati autovalutati grazie a una scala Likert a sei livelli standardizzata anche per tutti gli altri item.

L'ipotesi cardine è che migliorare la user experience in termini di autoefficacia possa influenzare gli aspetti metacognitivi per gli studenti incrementando i livelli di investimento e la qualità della prestazione autoregolatoria, ossia la competenza della persona di gestire in maniera efficace le singole abilità e sottoabilità impiegate nel processo di studio (Bandura 1997).

3. Usabilità del materiale didattico

- E' stato semplice *apprendere* dal materiale didattico che è stato consegnato?
- E' stato semplice *usare* il materiale?
- Le spiegazioni erano troppo lunghe?
- Hai trovato difficoltà a seguire le spiegazioni del prof Haragan?

Secondo la definizione data dalla norma ISO 9241, l'usabilità è il "grado in cui un prodotto può essere usato da particolari utenti per raggiungere certi obiettivi con efficacia, efficienza e soddisfazione in uno specifico contesto d'uso."⁸⁷

In pratica definisce il grado di facilità e soddisfazione con cui si compie l'interazione uomo-strumento. Nel nostro caso valutare *l'usabilità* di un'esperienza didattica o di un LO significa capire dal punto di vista dello studente quanto è stato "NON difficile" l'attività di studio. Questo per individuare se in determinate

⁸⁷ <http://www.usabile.it/012000.htm#ixzz1sbETQG2m>

condizioni di apprendimento il format e il supporto possono apparire eccessivamente complessi o farraginosi. Un LO usabile è pertanto un LO facile da usare, che non impone inutili resistenze all'uso e in termini di *cognitive load theory* non aggiunge ma minimizza il carico cognitivo non direttamente pertinente con l'attività di apprendimento.

Facilità d'uso equivale per gli LO a un'interfaccia grafica semplice da gestire, ad una strutturazione dei contenuti solida e chiara e all'efficienza dal punto di vista dell'ergonomia cognitiva. Tali misure sono inferibili dalle valutazioni che gli studenti danno della adeguatezza dei tempi di parola gestiti dai tutor (virtuale e in presenza), dal grado di complessità percepito per la decodifica delle procedure di utilizzo dei tutorial (LO1/LO2/LO3), per interpretare le meccaniche di gioco (LO3), per gestire il rapporto con il compagno (Set B) o semplicemente per seguire la spiegazione del maestro (Set C).

4. Chiarezza espositiva

- Quanto erano chiare le spiegazioni del prof. Haragán sulla "la dieta animale"?
- Quanto erano chiare le spiegazioni del prof. Haragán sugli "organismi produttori"?
- Quanto erano chiare le spiegazioni del prof. Haragán sugli "organismi consumatori"?
- Quanto erano chiare le spiegazioni del prof. Haragán sugli "organismi decompositori"?
- Quanto erano chiare le spiegazioni del prof. Haragán sulla "catena alimentare"?

Un altro aspetto della UX molto importante è "l'usabilità delle parole" espressa in termini di chiarezza espositiva. Nel caso della combinazione SetC/LO4, è il maestro supportato dal materiale proiettato a dover mantenere regolati i livelli di trasparenza dell'esposizione per minimizzare la difficoltà di decodifica e semplificare l'acquisizione di nuove conoscenze. Nel caso dei tutorial o dei learning game sarà l'agente pedagogico virtuale che sarà portavoce di tali contenuti ed è in questa sezione che viene chiesto agli studenti di dare un'opinione sulla adeguatezza espressiva dei testi e dei diagrammi infografici adottati.

5. Motivazione Intrinseca

- Dopo la lezione quanto sei interessato agli argomenti trattati?
- Dopo la lezione quanto ti piacerebbe diventare uno scienziato come il prof. Haragan?

Un compito fondamentale dell'istruzione è di dare e conservare nell'allievo il gusto dell'imparare, cioè una motivazione ad apprendere autonoma rispetto ai premi e ben distinta dal bisogno individuale di distinguersi per merito e di evitare brutte

figure. Il gusto dell'imparare va perseguito come obiettivo realistico (Mariani, 2010).

Calvani (2011a) definisce la motivazione come “una *forza* che induce il soggetto al compimento di un'azione o al conseguimento di un obiettivo. Può essere indotta da meccanismi premianti (estrinseca) o intrinseca quando il soggetto è spinto dal piacere in sé dell'azione, tale meccanismo è conseguito da un sentimento di autoefficacia”.

La motivazione non è però una forza inestrinsecabile, piuttosto un insieme di fattori che spingono il comportamento di un individuo verso la realizzazione di una determinata azione finalizzata al conseguimento di una meta. E' intesa anche come *orientamento motivazionale* (Dweck 1999) ossia un pattern organizzato di *tre funzioni* psicologiche che servono a *dirigere, attivare e regolare* l'attività rivolta a un obiettivo: gli obiettivi personali, i processi emozionali, le convinzioni dell'individuo, circa la propria capacità di agire per raggiungere un determinato obiettivo.

Obiettivo di questi due item è di sondare anche solo ad un primo livello superficiale il grado di *motivazione intrinseca*, relativa cioè alle sole ricompense derivanti dalla gratificazione e dall'interesse per la materia di studio o dal desiderio di imitare un modello di riferimento. Per questo si è chiesto di valutare la predisposizione positiva per le tematiche oggetto di sperimentazione e quanto si sia innescato un meccanismo di immedesimazione simpatetica con il personaggio/tutor virtuale (il prof. Haragan: “vorrei essere come lui?”).

6. Soddisfazione (estetica/coinvolgimento; come direbbe Merrill “engagement”)

- Ti sei annoiato durante le spiegazioni del prof. Haragán?
- Quanto è simpatico il prof. Haragán?
- Quanto ti sono piaciute le illustrazioni e gli schemi che hai visto nel materiale?
- Quanto ti sei divertito usando questi materiali?

Parlando di *soddisfazione*: si intende il grado di comfort e la gratificazione derivante dalle qualità del sistema per i suoi utenti. Tale soddisfazione è stata da noi intesa essenzialmente in due modi (Boscarol 2003)

- *soddisfazione come apprezzamento estetico* (gradimento per le infografiche e simpatia del tutor)

- *soddisfazione come coinvolgimento* (livelli di divertimento, noia)

Il tema della *soddisfazione* e dell'*engagement* (vedi il concetto di *flusso* nella descrizione dell'L03) è di estrema importanza dato che la motivazione intrinseca ad immergersi in una situazione di apprendimento dipende essenzialmente dalla percezione che lo studente ha di simili esperienze pregresse. Se ad esempio lo studente valuta un'esperienza didattica come insoddisfacente perché non piacevole, non interessante o non coinvolgente, in una parola sola "frustrante", molto probabilmente svilupperà una tendenza ad evitare situazioni educative analoghe in futuro.

3.14 Il *test pilota* e le modifiche a LO, test e protocollo di conduzione degli esperimenti

Prima di avviare la sperimentazione e la raccolta dei dati è stato effettuato un test pilota per il quale è stata selezionata una classe di 27 soggetti ai quali sono stati distribuiti LO2, LO3. In seguito si è proceduto alla consegna delle prove e al test di User Experience.

Nonostante i risultati in termini di apprendimento e UX dei soggetti appartenenti al gruppo pilota *non siano stati inclusi nella computazione finale*, questa prima fase della sperimentazione è stata estremamente utile perché ha permesso di testare il protocollo di gestione dell'esperimento e i materiali, individuandone le debolezze e apportando una serie di modifiche. Ad esempio:

- L'*incontro-scontro* con la classe di contesto critico ha determinato la necessità di ammorbidire eccessivi formalismi come la lettura delle istruzioni da seguire durante le prove (sostanzialmente non veniva seguita); come misura compensativa si è deciso di introdurre una lezione di presentazione preliminare alcuni giorni prima degli esperimenti per creare un clima di fiducia e rendere meno estemporanea l'esperienza
- Si è riscontrata la necessità di mantenere la presenza di due sperimentatori contestuali e coinvolgere attivamente la maestra per mantenere la concentrazione dei ragazzi ma soprattutto per evitare situazioni di disturbo tali che potesse essere compromesso l'esperimento
- Si sono riscontrati una serie di pattern di *interaction design* problematici e alcuni errori di programmazione per LO2 e LO3, che solo un test diretto con un numero elevato di utenti poteva mettere in evidenza. Grazie al gruppo pilota si è potuto provvedere alle necessarie modifiche compensative in vista degli esperimenti veri e propri.
- I ragazzi stessi hanno posto in evidenza errori di ortografia e incomprensibilità di alcune espressioni (errori dovuti al dominio non completo della lingua da parte mia)
- Gli studenti hanno sottolineato come parti dei test fossero ridondanti o non sufficientemente chiare
- La valutazione dei risultati in termini di apprendimento ha evidenziato che alcune domande non erano allineate con il livello di performance che si poteva richiedere agli studenti di 6° grado e pertanto sono state ripensate o eliminate.

3.15 Minacce della validità interna e compensazione

L'ipotesi dalla quale muove questa ricerca è che le variabili di disegno (*learning setting e learning object design*) le cui combinazioni generano le differenti condizioni sperimentali influenzino il valore assunto dalle variabili osservate

ovvero le performance di apprendimento misurate nei diversi test e le dimensioni di UX.

Durante la preliminare osservazione sul campo e grazie alle intuizioni generate dalle interviste in profondità, è emersa la necessità di “tamponare” l’influenza di possibili variabili estranee di disturbo (intervenienti) costituite da precisi aspetti dell’ambiente dove avviene la sperimentazione o introdotte dagli sperimentatori stessi (Rossi 1991).

Al fine di evitare o limitare l’iniezione di disturbo con tali variabili parassite si sono prima individuate una serie di problematiche grazie al momento di test pilota e in seguito si è proceduto con la messa in atto di strategie per ridurre l’impatto sul disegno di ricerca.

Le principali minacce alla validità interna, come categorizzato da Cook e Campbell (1979) sono soprattutto legate a:

- La fase di selezione dei soggetti
- Influenze interne alla situazione sperimentale
- Influenze interne alla situazione sperimentale
- Mancata standardizzazione della situazione sperimentale

3.15.1 Minacce alla validità interna durante la selezione dei soggetti

Differente appartenenza di censo: in fase di campionamento è stato forte il rischio di includere nei gruppi sperimentali ragazzi provenienti da famiglie con significative differenze di estrazione socioeconomica pertanto si è scelto di limitare la scelta degli istituti con indicatori collocati in due zone precise della capitale. Tali istituti sono categorizzati dal ministero dell’educazione per mezzo dell’Anep come “scuole di contesto critico molto sfavorevole” e i ragazzi che le frequentano hanno la medesima appartenenza di censo (confermato anche da insegnanti e presidi delle scuole oltre che dalle statistiche ufficiali del ministero).

Scarsa motivazione alla partecipazione degli studenti: le convinzioni riguardo alla propria efficacia personale costituiscono uno degli aspetti principali della conoscenza di sé. Bandura (1997) identifica quattro elementi principali per la costruzione dell’autoefficacia:

- Le esperienze comportamentali dirette di gestione efficace, che hanno la funzione di indicatori di capacità;
- Le esperienze vicarie e di modellamento, che alterano le convinzioni di efficacia attraverso la trasmissione di competenze e il confronto con le prestazioni ottenute dalle altre persone;
- La persuasione verbale ed altri tipi di influenza sociale, che infondono e costituiscono la possibilità di possedere competenze da sperimentare.
- Gli stati fisiologici ed affettivi

Di fronte a possibili situazioni di demotivazione rispetto alla partecipazione attiva ai test si sono poste in essere due soluzioni.

Soluzione1: per incentivare l'adesione all'iniziativa da parte dei soggetti si è deciso di erogare un momento formativo di introduzione preliminare una settimana prima della sperimentazione vera e propria in modo da suscitare un rapporto di complicità e reciproca curiosità. In questa presentazione ho introdotto una parte di storia della mia esperienza personale, per molti aspetti vicina alla loro, facendoli partecipi delle motivazioni anche etiche che mi portavano nelle loro scuole per svolgere il mio lavoro. Le tematiche di questa lezione erano completamente scollegate rispetto al tema scientifico della catena alimentare e vertevano principalmente alla prevenzione del disagio sociale attraverso l'educazione formale (scolastica) e l'autoistruzione (attraverso l'uso laptop) come leve potenziali per sfuggire alla condizione di precarietà oggettiva in cui versano le famiglie dei soggetti. E' emersa un'inaspettata consapevolezza delle conseguenze nefaste del drop-out scolastico dopo il sesto anno della primaria e pare che questa modalità di comunicazione associata ad un suggestivo racconto dei miei "viaggi avventurosi" e della possibilità collezionare esperienze di valore grazie all'impegno personale nello studio, abbiano avvicinato e incuriosito i ragazzi rispetto alla mia missione di ricerca in Uruguay.

Soluzione 2: comunicare che i risultati del test avrebbero avuto un impatto reale sulla valutazione scolastica finale (sesto e ultimo anno della primaria). Pertanto una valutazione positiva poteva essere considerata un'ultima possibilità di recuperare debiti formativi dell'ultimo trimestre.

Eccessiva preparazione preliminare degli studenti rispetto al contenuto scelto: si è provveduto, previo colloquio individuale con i maestri, a escludere dal

campione, le classi dove fossero state approfondite la catena alimentare e i livelli trofici. Le tematiche, pur essendo presenti nel programma scolastico degli anni precedenti sono state eventualmente trattate in modo tanto rapido quanto superficiale, come confermato dai risultati particolarmente scoraggianti del test pilota.

Scarsa motivazione degli insegnanti: gli insegnanti del sistema scolastico uruguayano si trovano anch'essi in una forte condizione di disagio in quanto il loro basso salario li invita/obbliga a optare per un secondo impiego part-time (quasi la totalità degli insegnanti coinvolti svolgeva un doppio incarico). La motivazione economica estrinseca decisamente bassa e lo scarso tempo a disposizione per la progettazione e programmazione delle attività educative in aula, unita alla ulteriore complessità introdotta con la tecnologia attraverso il progetto Ceibal creano le condizioni per una scarsa partecipazione spontanea da parte del corpo insegnante rispetto alle numerose attività di ricerca che si stanno svolgendo nel contesto educativo del paese.

Soluzione: per contrastare questa tendenza ho deciso di co-progettare con loro il materiale formativo da usare per la sperimentazione facendo cadere la scelta su un contenuto didattico che fosse parte del programma. Un'ulteriore motivazione estrinseca è consistita nel lasciare a disposizione il materiale didattico dopo la conclusione dell'attività sperimentale (prove oggettive incluse) al fine di sgravare l'insegnante da quest'incombenza e di poter usufruire di materiale di alta qualità.

D'odorico (1995) sottolinea che nelle ricerche con bambini, sussistono forti rischi di fraintendimento in particolare nella comunicazione delle consegne. Per questo, a seguito della mia lezione preliminare e dei saluti alla classe che ho sempre svolto in prima persona, le collaboratrici che mi coadiuvavano nella somministrazione dei materiali e dei test procedevano con una attenta e rigorosa comunicazione degli obiettivi e delle fasi della sperimentazione. Qualora si verificassero delle incomprensioni o delle deficienze comunicative, c'è sempre stato un pronto intervento diretto da parte degli altri due membri del gruppo di ricercatori (due più il maestro come supporto permanente).

Differenze di stile di conduzione della lezione nel gruppo eterodiretto dai maestri (Lezione euristica, Gr ETA)

Ogni maestro ha evidentemente un differente grado di esperienza didattica, confidenza con la gestione di una lezione multimediale e diverse capacità metacomunicative e di regolazione in tempo reale dell'attività istruttiva. Pertanto lo stile comunicativo dell'insegnante è determinante per il successo educativo del formato di istruzione "lezione euristica".

Soluzione-1: la prima soluzione è stata quella di predisporre del materiale didattico per i docenti e svolgere almeno due incontri preliminari prima dell'esperimento al fine di standardizzare sia la preparazione che il metodo di conduzione. Il materiale usato in LO4 fornisce inoltre all'insegnante uno scaffold completo per gestire la lezione anche se non conosce completamente il tema della catena alimentare (il LO è autoportante e contiene tutte le espansioni di contenuto necessarie).

Soluzione-2: è sempre stata effettuata la lezione in co-conduzione con i due sperimentatori al fine di regolare in itinere l'azione del docente nel momento in cui non dirigesse l'attenzione degli studenti su parti fondamentali della breve lezione. In questo modo si è provveduto ad uniformare la comunicazione didattica e a lasciare la libertà al maestro di intercettare incomprensioni o attivare opportunamente la classe durante la lezione euristica.

Cheating durante i test: un altro problema piuttosto comune con i bambini e ragazzi adolescenti, è l'adozione di comportamenti scorretti durante i test come il disturbo volontario dei colleghi o i ripetuti tentativi di copiare le risposte dai compagni. Si sono minimizzati questi effetti separando più possibile i soggetti durante i test e incrementando il controllo dell'aula con la presenza contestuale di due ricercatori e l'insegnante.

3.15.2 Eventi esterni alla situazione sperimentale

"Preparazione segreta" prima del delayed test: al fine di limitare la possibilità di preparazione ulteriore degli studenti durante l'intervallo di sette giorni prima del delayed problem-solving-test (DPS-T) si è proceduto con le seguenti azioni:

- Cancellare e o ritirare i materiali didattici installati o consegnati
- Salutare gli studenti come se non si sarebbe più tornati in aula dopo quell'incontro
- Richiedere al docente di non trattare i temi dell'esperimento durante la settimana e di non avvisare gli studenti dell'imminente delayed test

I risultati del Dps-t dimostrano che tutti i gruppi sperimentali non presentano particolari differenze di performance tra i soggetti delle varie classi che possano indicare il comportamento scorretto o difforme di alcuni insegnanti rispetto agli altri. Se ne deduce pertanto che gli studenti non hanno avuto occasione di rivedere o approfondire il materiale nell'intervallo settimanale e che tutti i docenti hanno partecipato attivamente e correttamente a gestire la fase del delayed test.

3.16 Tavole di sintesi della sperimentazione: le condizioni sperimentali e i cinque esperimenti

Di seguito vengono proposte in forma infografica due mappe di sintesi che riportano:

- *le variabili di disegno* che caratterizzano le condizioni sperimentali (Learning Setting e Learning Object) e le forme che possono assumere
- Le *cinque condizioni sperimentali* testate (che sono frutto dell'allineamento dei valori di Learning Object e Learning Setting)
- I *cinque esperimenti* che operano un confronto a coppie delle condizioni sperimentali per individuare il peso di specifiche variabili di design e di setting in termini di apprendimento e UX. Come è possibile vedere in figura 3.14 il gruppo di controllo non è il medesimo per tutti gli esperimenti ma varia opportunamente in ognuno di essi.

Per una trattazione approfondita di ogni esperimento e dei risultati statistici si rimanda al Capitolo 4 mentre per una visione di insieme in cui si considera una comparazione complessiva dell'efficacia delle condizioni di apprendimento senza insegnante (autoistruzione e peer to peer) rispetto al gruppo eterodiretto dal maestro (Gr. Eta) si rimanda al Capitolo 5 e alle conclusioni della trattazione.

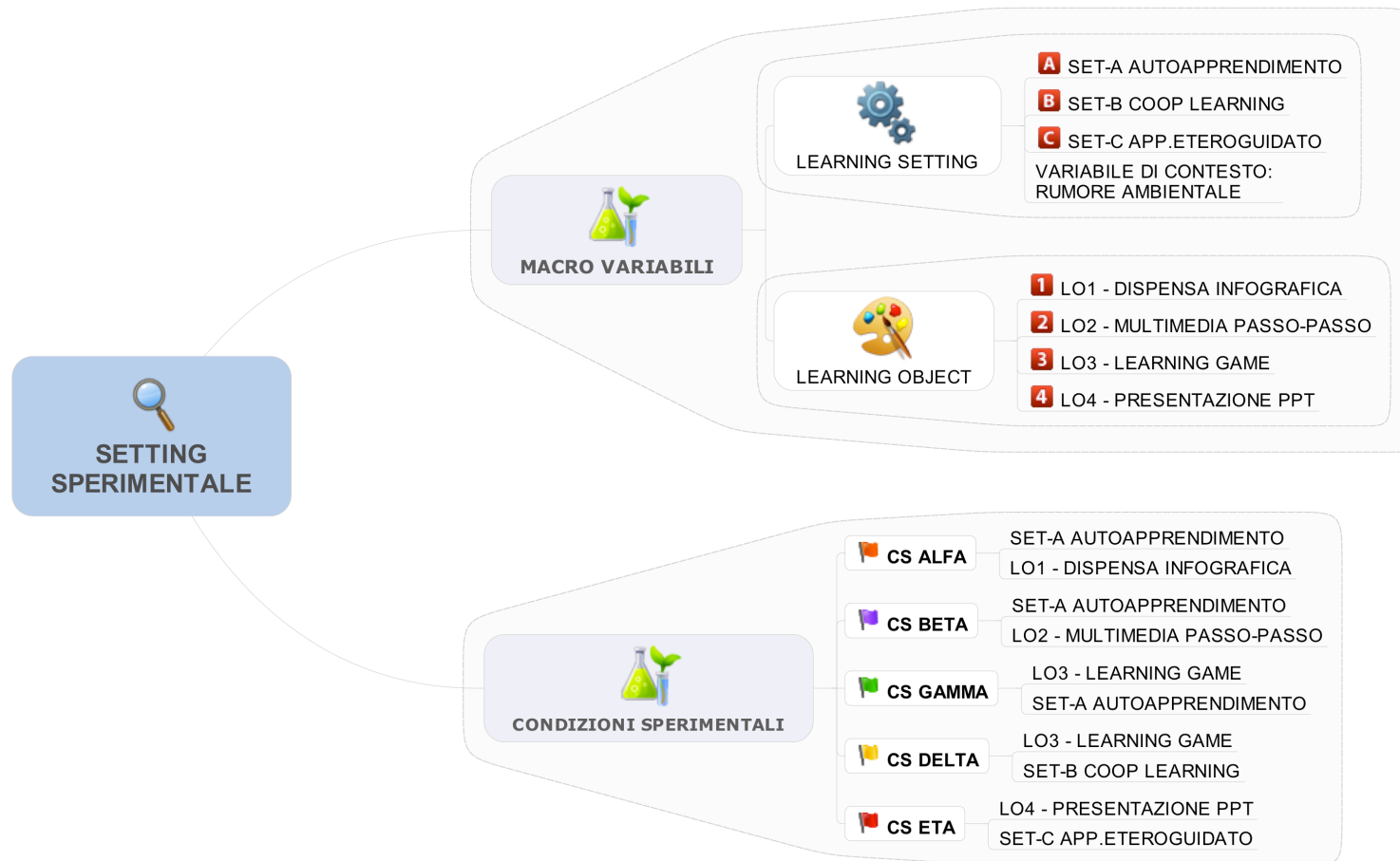


Figura 3-11 Il Setting sperimentale: le dimensioni delle condizioni sperimentali e le cinque combinazioni di Learning Setting/Learning Object studiate

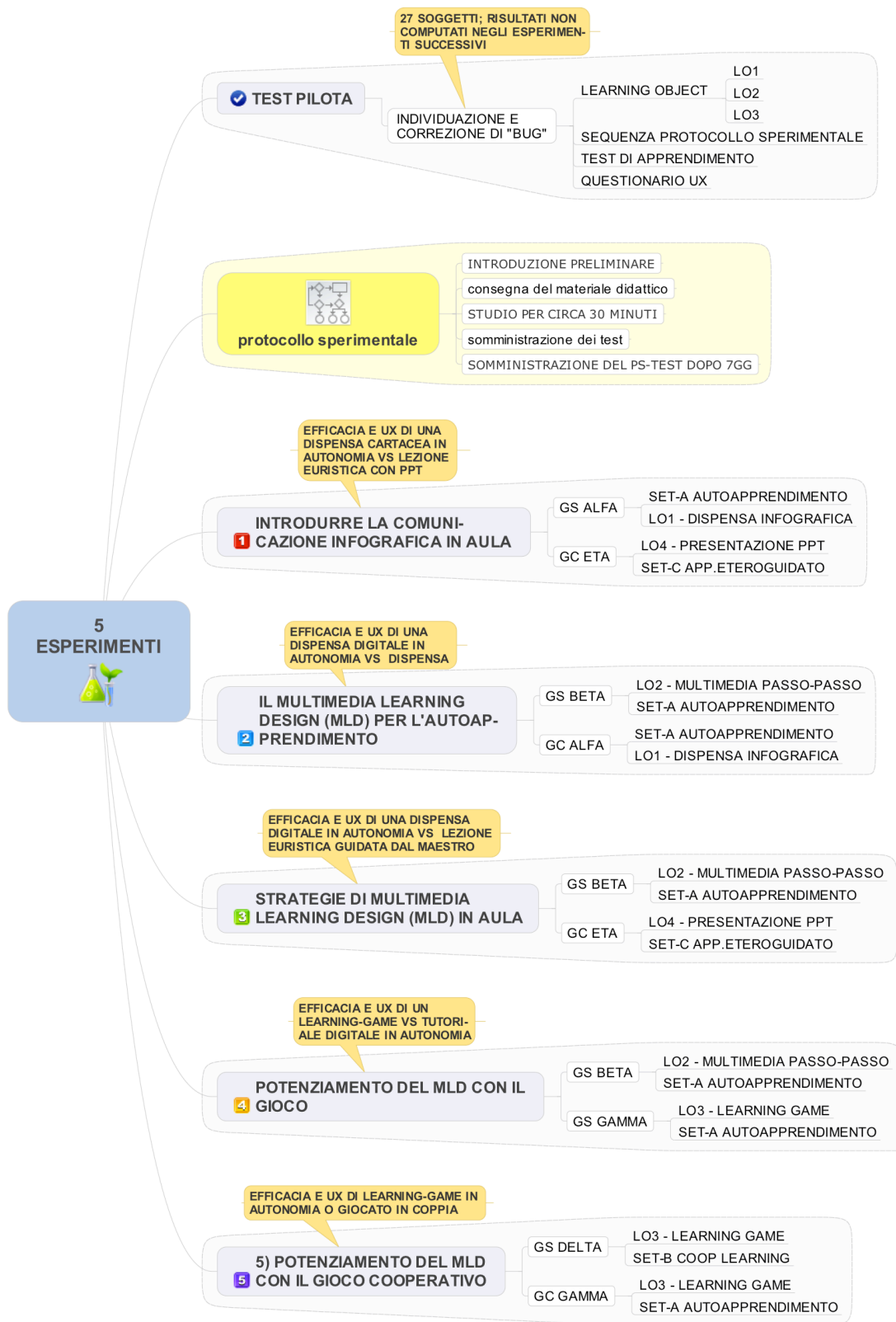


Figura 3-12 Descrizione sintetica del Test pilota, del protocollo adottato, dei cinque esperimenti

4 Capitolo 4: Evidence Based Education: i risultati della sperimentazione

4.1 EXP.1 Introdurre la comunicazione Infografica in aula. Efficacia e UX di una dispensa cartacea in autonomia Vs lezione euristica con PPT

Tabella 4-1 Esperimento 1: Introdurre la comunicazione Infografica in aula; efficacia e UX di una dispensa cartacea in autonomia Vs lezione euristica con PPT

1. LEARNING SETTING			
	Variabili	ALFA(Set A/ LO1) Gr. Sperimentale	ETA(Set C/ LO4) Gr. Controllo
1.1	Tipologia	Set-A autoapprendimento	Set-C app.eteroguidato
1.1.1	Learning Support	Nessuno	Basso - maestro+classe
1.1.2	Disturbo ambientale	Elevato	Medio
2. Learning Object: tipologia			
2	Tipologia LO	Lo1-dispensa infografica	Lo4-presentazione ppt
2.1 Learning Object: variabili Instructional design			
2.1.1	Strategia di presentazione	Topic centered	Topic centered
2.1.2	Formato di istruzione	Tutoriale in autoistruzione	Lezione euristica
2.1.3	Merrill's Principles	Nessuno	Activation (quiz)
2.2 Learning Object: Multimedia Learning Design			
2.2.1	Multimedialita' (livello)	Basso	Elevato
2.2.2	Information display (livello complessita')	Basso-statico	Medio-passo-passo
2.2.3	ML/CL principles: riduzione CL estraneo	Coherence Signaling Redundancy Spatial contiguity	Coherence Signaling Spatial contiguity Temporal contiguity
2.2.4	ML/CL principles: gestione CL intrinseco	Segmenting Sequencing Pacing	Segmenting Sequencing Pre-training Modality
2.2.5	ML/CL principles: rinforzo CL pertinente	Multimedia Personalization Image Varied context examples	Multimedia Personalization Voice Image Varied context examples
2.3 Learning Object: Interaction design			
2.3.1	Supporto fisico dei contenuti	Carta	Videoproiezione
2.3.2	Interazione con il virtual tutor	Nessuno	Basso
2.3.4	Controllo sul contenuto (livello)	Medio	Basso

4.1.1 Descrizione dell'esperimento

Il primo esperimento si pone come obiettivo l'individuazione delle condizioni ottimali per l'introduzione dell'infografica come strumento di supporto per attività tradizionali di apprendimento in classe. Sono stati confrontati i risultati ottenibili attraverso lo studio individuale di una *dispensa infografica cartacea* (CS-ALFA: SetA/LO1) e tramite una tipica *lezione euristica frontale* condotta dal maestro con supporto di slide (CS-ETA: SetC/LO4).

Come si può vedere in sintesi dalla tabella 4.1, dal punto di vista del design i LO utilizzati nei due setting non presentano differenze sostanziali come evidenziato precedentemente nel paragrafo relativo alla descrizione dei materiali se non per la *granularità*; ciò significa che dopo l'azione di *chunking/segmenting* per LO4 ogni micro-unità di contenuto (es. "gli erbivori") viene incapsulata in blocchi di slide visionate una alla volta mentre è gestite dal docente mentre per LO1 ogni pagina A4 è un aggregato di dispositivi infografici che devono essere affrontati dallo studente secondo una sequenza di lettura suggerita ma non obbligata (ogni A4 contiene N slide).

Ciò che viene modificato in profondità sono invece il supporto di visualizzazione dei contenuti (carta/A4 Vs Videoproiezione/slide) e la modalità con cui avviene l'apprendimento:

- in autonomia e senza il supporto di tutor (digitale o reale) che possa garantire feedback (ALFA)
- eterodiretto dal docente (ETA) che gestisce tempi e qualità dell'interazione con gli studenti in base alla propria sensibilità ed esperienza.

Per quanto concerne l'*instructional design* e l'applicazione dei principi di Merrill, ALFA non permette l'introduzione di nessuno di essi per le caratteristiche intrinseche dell'oggetto didattico (dispensa cartacea) mentre in ETA è il docente che con una conduzione attenta può preattivare gli studenti in particolare sul lessico di base (es.:dieta animale) e sciogliere dubbi in tempo reale.

Il ML/CL design per ALFA prevede procedure di *sequencing*, *segmenting*, per la strutturazione dei contenuti e l'applicazione di tutti i principi (ad esempio *signaling e spatial contiguity*) che non interessano animazioni o interattività.

In ETA invece *non* viene applicato il *redundancy principle* che prevede che i discenti imparino meglio da animazioni e narrazioni parlate, piuttosto che da animazioni, narrazioni parlate e testo scritto. Questo perché il docente durante la sua guida

attiva della lezione legge (o chiede di leggere) ad alta voce con la classe i contenuti delle slide e le informazioni visive sono presentate insieme alle informazioni verbali in doppia codifica. Come si è già detto la lettura corale non dovrebbe pregiudicare la comprensione proprio perché è lettura attiva unita all'ascolto di sé stessi sincronizzato con gli altri.

4.1.2 Osservazioni durante la sperimentazione

Come già scritto in precedenza, dopo l'esperienza del test pilota si è ritenuto di procedere con una presentazione personale decisamente coinvolgente che esplicitasse le finalità della ricerca. In questo come nei seguenti esperimenti si è sempre sottolineato che l'attività che si sarebbe svolta da lì a breve era parte integrante del programma curricolare e che nella seconda fase si sarebbero somministrati dei test i cui risultati avrebbero concorso alla valutazione finale da parte degli insegnanti. Per questo si autorizzava chi volesse anche a prendere appunti cartacei per meglio interiorizzare i contenuti proposti.

Nel caso della CS-ALFA prima della distribuzione del materiale agli studenti, è stato loro chiesto di leggere con attenzione, anche più volte la dispensa nel rispetto dei propri tempi di apprendimento e del proprio metodo di studio abituale invitandoli a focalizzarsi sul significato degli schemi e sui nuovi concetti presentati. Si è dunque presentato il personaggio del Prof. Haragan procedendo con la fase di studio individuale che non ha mai superato la mezz'ora (come per tutte le altre CS). E' opportuno sottolineare che i maestri che hanno partecipato attivamente come tutor per la CS ETA hanno seguito un percorso di formazione preliminare volto ad informarli delle finalità dell'esperimento e delle condizioni che dovevano essere rispettate affinché gli stili di insegnamento dei singoli docenti non influenzassero direttamente i risultati della comunicazione.

Per minimizzare l'impatto di questa variabile:

- ai docenti sono stati forniti i materiali con largo anticipo affinché potessero essere chiariti gli obiettivi didattici e i dettagli dei contenuti
- sono stati effettuati almeno 2 incontri preliminari per definire le modalità della lezione euristica esplicitando le modalità di esposizione, la gestione dei tempi d'aula, la gestione dell'interazione con gli studenti
- è stata prevista la mia presenza attiva durante la conduzione dell'intervento per poter intervenire nel caso in cui non venissero sottolineati sufficientemente alcuni dettagli dei contenuti e affinché venissero rispettati i criteri stabiliti con i maestri.

Durante l'esperimento il gruppo ALFA era immerso in un clima d'aula decisamente più rumoroso e potenzialmente deconcentrante rispetto ad ETA rendendo difficile l'applicazione corretta del *pacing*. Al tempo stesso gli studenti ALFA hanno potuto impiegare il loro tempo di studio per rivedere più volte i contenuti proposti esponendosi ripetutamente allo schema di insieme della catena alimentare.

Gli studenti del gruppo ETA invece hanno seguito la presentazione guidata dal docente che si è soffermato per la spiegazione degli schemi mantenendo un ritmo di fruizione più lento e cadenzato. Durante la spiegazione hanno però beneficiato della visione di un solo passaggio del materiale didattico (tempo complessivo comunque di circa 30 minuti per entrambi i gruppi).

4.1.3 Efficacia del trattamento sperimentale sulle performance di apprendimento

Ipotesi: l'obiettivo dell'esperimento è verificare in che misura la fruizione autonoma di una dispensa cartacea progettata secondo i principi del *multimedia learning* e con criteri di design puramente infografici possa "sostituire" una lezione tradizionale espositiva/euristica per raggiungere una serie di obiettivi didattici.

Si ipotizza che l'abitudine consolidata a seguire spiegazioni frontali e la fiducia nel maestro come dispensatore di conoscenza e guida attiva e affidabile durante il processo per l'apprendimento possa avere un vantaggio positivo elevato.

La figura del tutor in presenza oltre a sottolineare i passaggi importanti è importante anche per rilevare in tempo reale le incomprensioni e limitare gli interventi distonici e distrattivi. Si ritiene possibile una performance più elevata del gruppo ETA proprio per la funzione di scaffolding che per la sequenza più cadenziata dell'attività.

In base all'*effetto inverso dell'expertise* (Kalyuga 2003), per il quale "*I metodi didattici che aiutano l'apprendimento dei novizi possono avere un effetto negativo sull'apprendimento degli esperti*" si immagina che gli studenti Ripetenti (Rip) beneficino maggiormente della lezione guidata mentre gli studenti in corso siano in grado anche in ALFA di ottenere risultati apprezzabili e gestire il carico cognitivo estraneo dovuto al rumore.

4.1.4 Composizione del campione e Anova Test

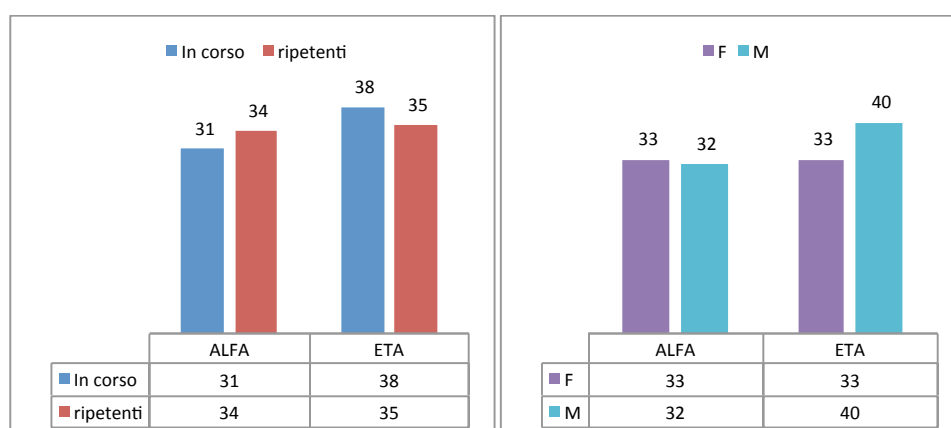


Figura 4-1 Esperimento 1: Composizione del campione

Nell'Anova Test possiamo subito trovare alcune indicazioni molto interessanti:

- La misura media complessiva dell'apprendimento ha un p value $>0,05$ anche se $<0,1$ ed è pertanto da prendere con una certa cautela nell'analisi delle medie e dell'effect size.
- Ret-T e Comp-T risultano altamente non significativi con valori di p molto elevati particolarmente per le performance di comprensione il che ci indica una preliminare *non preferibilità* del trattamento sperimentale rispetto al gruppo di controllo
- PS-T è invece altamente significativo con $p=0,0031$; è proprio in questa sezione delle prove oggettive che ci aspettiamo di trovare una differenza importante tra i valori ottenuti dai due gruppi

Tabella 4-2 Esperimento 1: Anova Test

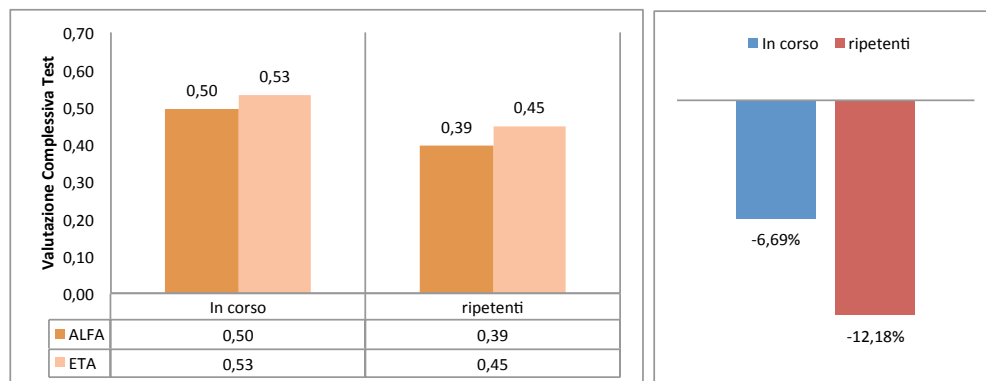
Exp1	COMPL,%	RET-T	COMP-T	PS-T
ALFA Vs ETA	0,06675	0,3178	0,9724	0,003162

Domanda 1.1: Quale è la condizione di apprendimento che supporta migliori performance rispetto a compiti di *retention*, *comprehension* e *problem solving* (% CA/TOT)?

Il parametro "Valutazione Complessiva" indica la media dei risultati ottenuti per i 5 obiettivi didattici scelti ed è pertanto un indicatore globale delle performance ottenibili attraverso l'applicazione delle due condizioni sperimentali (differenziate principalmente per il setting di apprendimento).

Un primo risultato grezzo che possiede una propria forza, indica che l'adozione di ALFA sia sconsigliabile in generale per tutto il gruppo sperimentale e che penalizzi principalmente gli studenti *ripetenti* (circa -12%CA rispetto ai Ripetenti (Rip) di ETA).

Figura 4- Esperimento 1: valutazione complessiva dell'apprendimento e differenze di CA tra i 2 gruppi



Vediamo come le performance complessive in valore assoluto ottenute nei 3 test dai due gruppi di studenti differiscano sensibilmente per quanto riguarda la risoluzione di problemi a favore di chi ha seguito la lezione guidata dal maestro in plenaria (CS ETA = 0,5); ricordiamo comunque l'alto valore di p in ANOVA e rimandiamo ad una valutazione più approfondita con il calcolo dell'*effect size*.

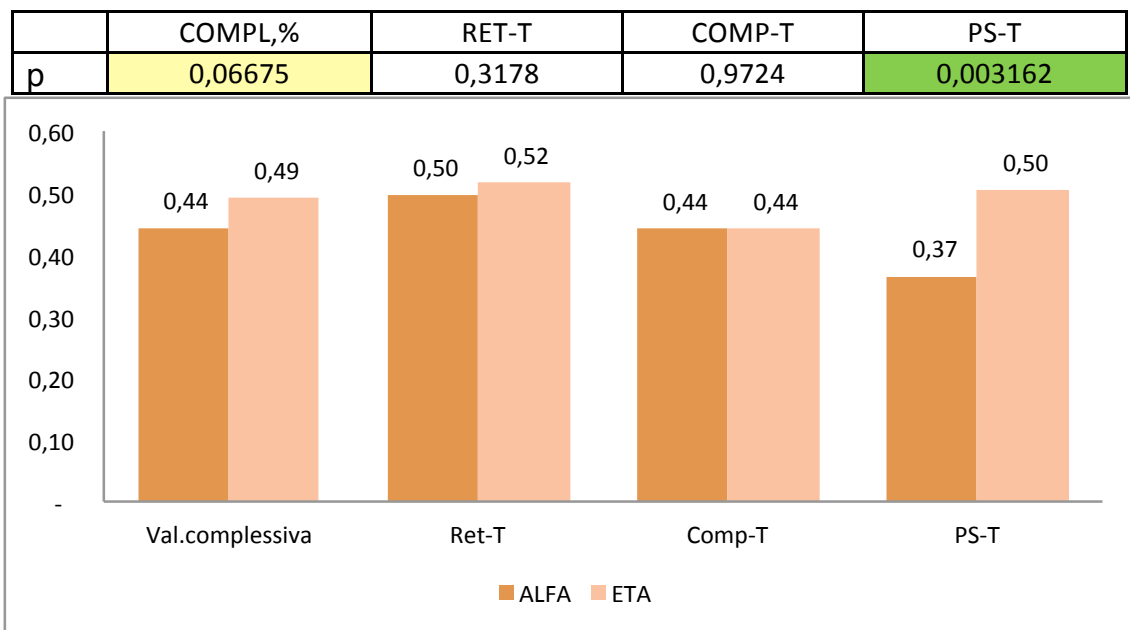


Figura 4-2 Esperimento 1: Medie ottenute nei 4 test di valutazione e p value per ogni test

Domanda 1.2: per ogni test quanto è la differenza di performance del gruppo ALFA VS ETA (differenza % CA ALFA Vs ETA)?

I suggerimenti dell'Anova test trovano una interessante conferma di significatività anche nella prima misura di prestazione espressa in termini di differenza nel numero di risposte corrette (diff.%CA) tra i due gruppi; dal grafico possiamo

immediatamente notare come l'impatto negativo di ALFA riguardi "il cuore" della batteria di test somministrati, ovvero il *Problem Solving Test*, portando gli studenti di questo gruppo ad ottenere livelli inferiori di circa un terzo rispetto ai colleghi che hanno seguito la lezione frontale. Apparentemente marginali le differenze negli altri test.

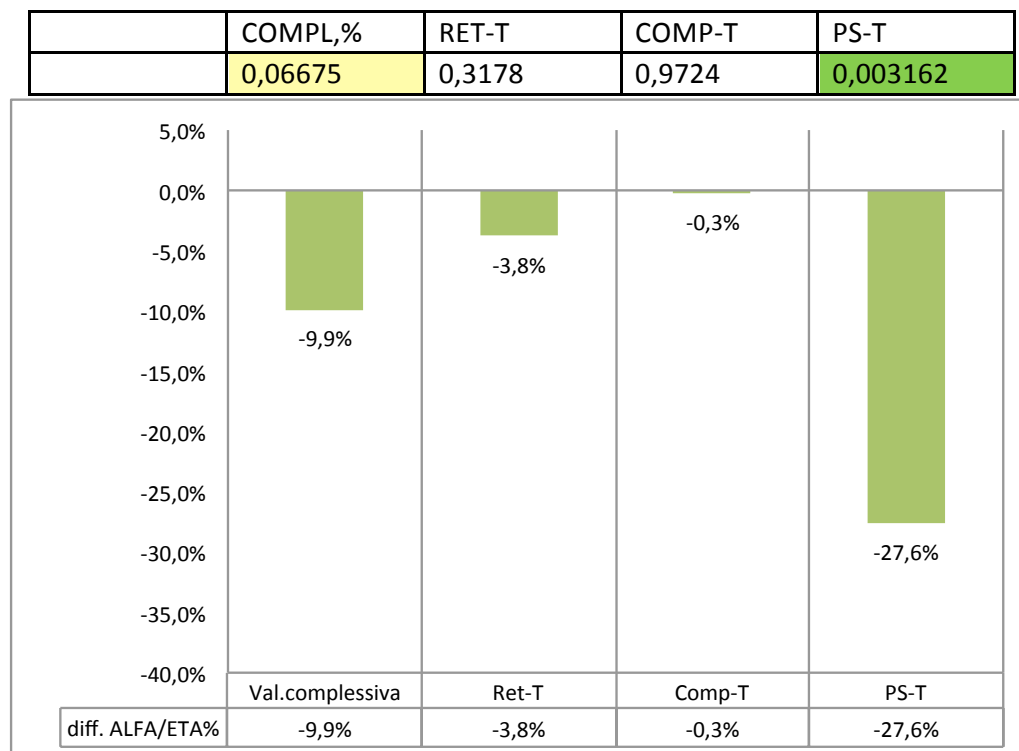


Figura 4-3 Esperimento 1: Differenza di risposte corrette tra i due gruppi espressa in percentuale

Domanda 1.3: Come è ripartita questa differenza di risposte corrette tra studenti “In corso” e “Ripetenti”?

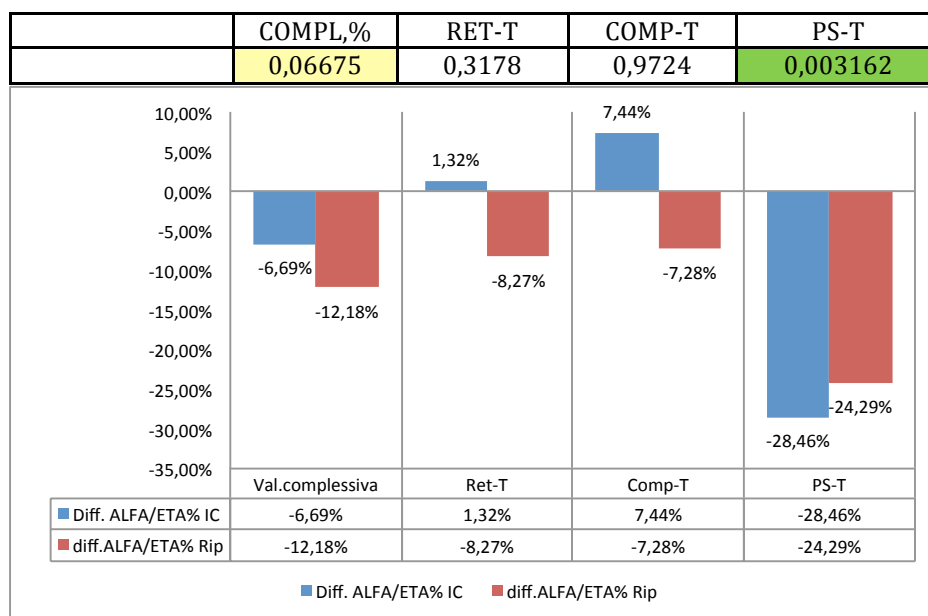


Figura 4-4 Esperimento 1: Differenza di CA tra i due gruppi e tra In corso e Ripetenti (Rip)

Se entriamo nel dettaglio e andiamo a cercare quale parte del campione abbia risentito maggiormente dell'incidenza negativa del trattamento ALFA, scopriamo che per i *Ripetenti (Rip)* la condizione ALFA è sempre svantaggiosa in ogni test mentre nel test di comprensione (ma $p=0,9!$) gli studenti in corso ottengono risultati marginalmente superiori a ETA (+ 7,44%).

Domanda 1.4: Quanto è forte l'effect size rispetto a tipologia di test (Effect Size ALFA/ETA)?

Una misura più stabile e precisa della performance è l'*effect size* (FX) perchè tiene in considerazione anche la deviazione standard rispetto alla media di quello che consideriamo essere il gruppo di controllo (ETA).

L'effect size può essere valutato poco significativo con valori $< 0,2$ e moderatamente importante se intorno allo 0,5. possiamo desumere che il vero “danno” nell'adottare la strategia ALFA sia riscontrabile soprattutto nelle performance di risoluzione dei problemi mentre per gli altri test l'effetto del trattamento non risulta essere particolarmente negativo.

Nel complesso (Val.Compl.) si può ritenere preferibile ETA ad ALFA.

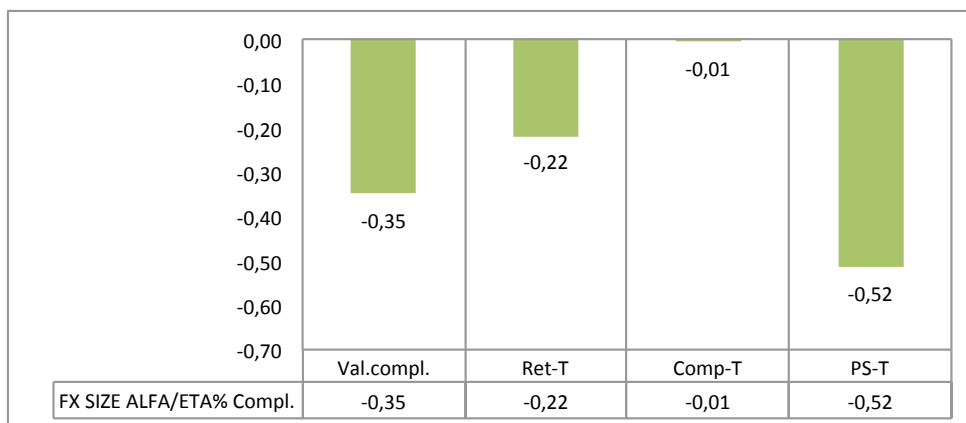


Figura 4-5 Esperimento 1: l'effect size rispetto a tipologia di test

Domanda 1.5: Ci sono differenze significative in termini di effect size tra i sottogruppi “In Corso” e “Ripetenti” (Effect Size ALFA/ETA)?

Valutiamo ora l'FX scindendolo per i due sottogruppi IC e Rip. e scopriamo con sorpresa che chi risente maggiormente di questo calo di prestazione nel PS-T sono gli alunni *in corso* anche se sono comunque in grado di affermarsi positivamente nel Ret-T e nel Comp-T; rimane evidente che un moderato effetto negativo sia riscontrabile in ogni test per i ripetenti (tra -0,17 e -0,44).

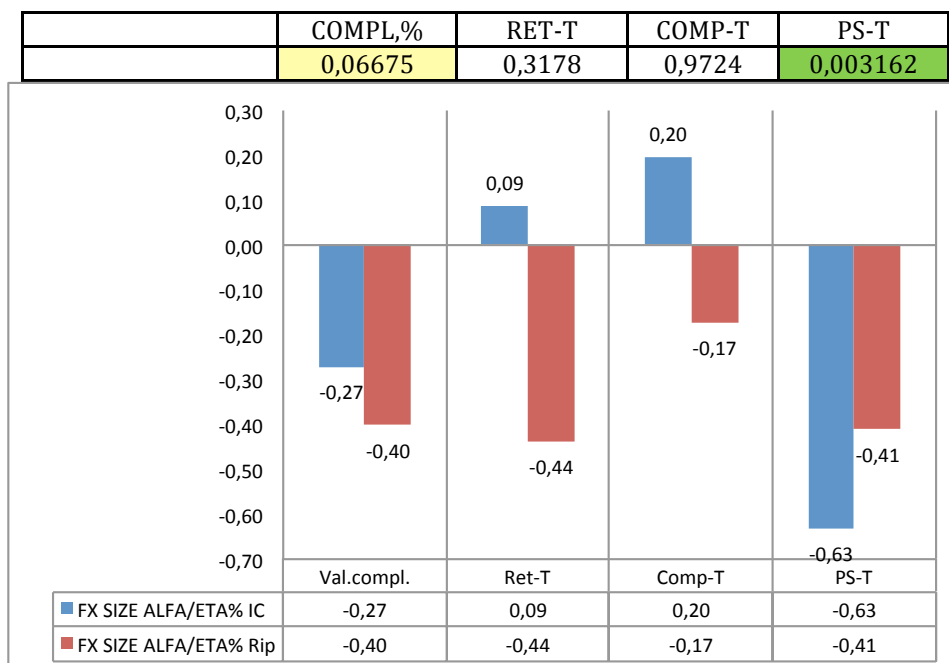


Figura 4-6 Esperimento 1: differenze di effect size tra i sottogruppi “In Corso” e “Ripetenti” e p value

4.1.5 Efficacia trattamento sperimentale per il raggiungimento degli obiettivi didattici

Domanda: 2.1 Quale è la condizione di apprendimento che supporta migliori performance rispetto a specifici obiettivi didattici (% CA/TOT)?

Ipotesi: essendo LO1 e LO4 molto simili in termini di design ci aspettiamo che sia il valore aggiunto dell'insegnante a favorire il setting di apprendimento e portare a effetti positivi in particolare negli obiettivi legati all'applicazione e astrazione di concetti e processi.

Anova test:

Tabella 4-3 Esperimento 1: Anova test per gli obiettivi O1,O2,O3,O4,O5

Exp1	O1	O2	O3	O4	O5
COPPIA AE	0,214	0,08194	0,9259	0,0008246	0,07478

Un ulteriore livello di analisi dei risultati riguarda il raggiungimento dei singoli obiettivi di apprendimento disaggregati rispetto ai test ai quali si riferiscono; l'analisi della varianza ci indica in accordo alle ipotesi iniziali che una vera differenza osservabile tra i due gruppi è in *O4 - applicazione di processi*. Questo obiettivo è stato verificato con la richiesta agli studenti di creare catene alimentari a partire da esseri viventi non conosciuti basandosi sulle informazioni acquisite in ALFA e in ETA. Andiamo ora ad analizzare le medie ottenute dai due gruppi e il delta esistente tra le prestazioni.

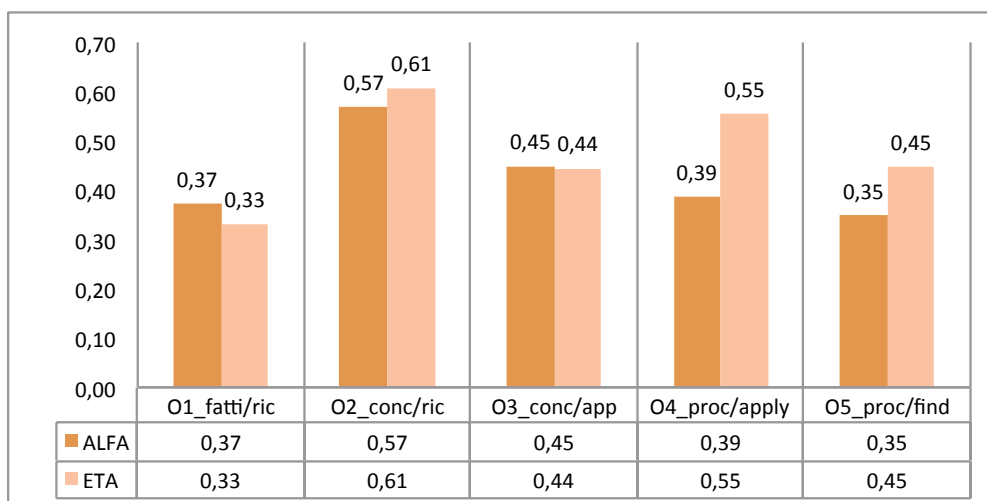


Figura 4-7 Esperimento 1: medie ottenute nei 5 obiettivi

Il grafico ci indica in valore assoluto come le reali differenze intervengano per quanto riguarda i contenuti di tipo “processo”. O4 e O5 sono i veri indicatori di quanto sia stato acquisito il *modello mentale* della catena alimentare perchè identificano quanto lo studente sia in grado di applicare tale modello in contesti ecologici diversi rispetto a quelli presentati durante la lezione e se sia in grado di *derivare uno schema astratto* che sintetizzi i concetti presentati precedentemente secondo una nuova modalità di visualizzazione. In realtà l’analisi ANOVA conferma una significatività elevata del test solo in O4 e parziale in O5, si rimanda all’analisi di *effect size* per avere conferme in proposito.

Domanda.: 2.2 Per ogni obiettivo didattico quanto è la differenza di risposte corrette del gruppo ALFA e ETA? (differenza % CA ALFA Vs ETA)

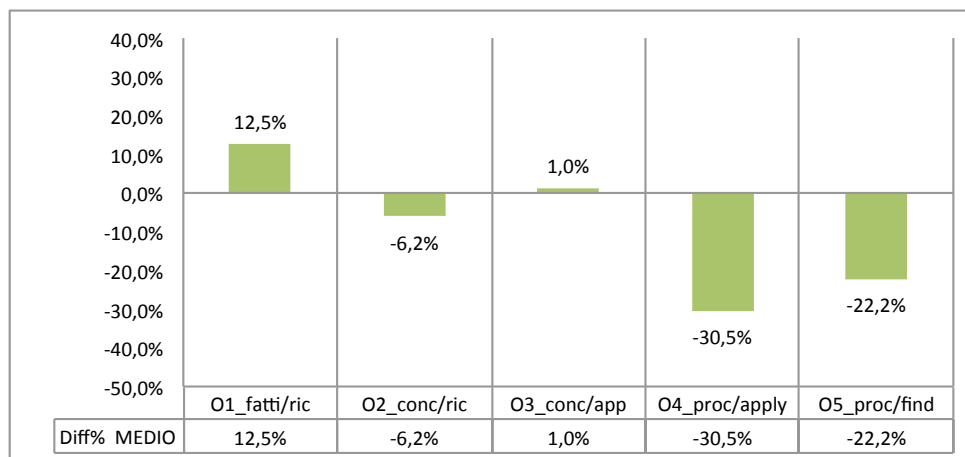


Figura 4-8 Esperimento 1: differenza di CA espressa in percentuale per i 5 obiettivi

Le due colonne che balzano inevitabilmente allo sguardo sono la *capacità di applicazione dei processi (O4)* e di *astrazione del modello (O5)* evidenziando performance negative per chi ha studiato in autonomia con la dispensa cartacea (O4=-30,5%CA; O5=-22,2%CA).

Domanda.: 2.3 Per ogni obiettivo didattico come è ripartita questa differenza di risposte corrette tra studenti “In corso” e “Ripetenti”?

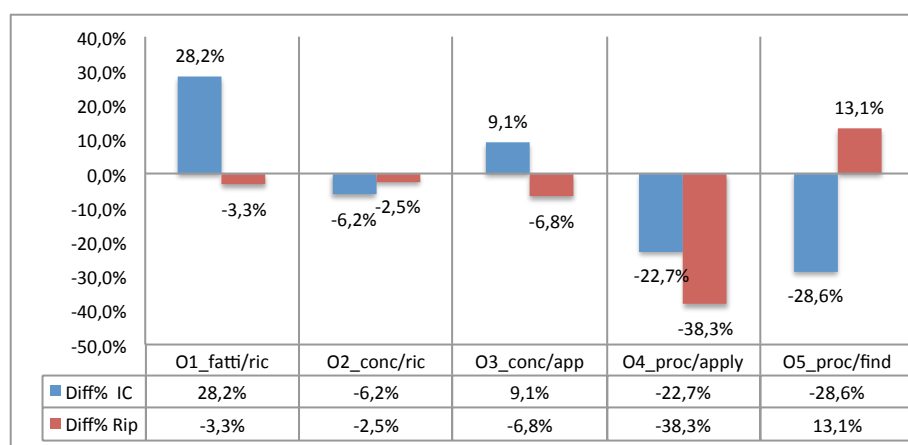


Figura 4-9 Differenza di risposte corrette tra studenti “In corso” e “Ripetenti” per obiettivo

L'analisi delle performance dei due sottogruppi evidenzia come il ricordo di dati/fatti (O1) ovvero degli animali presentati durante la fase di studio, sia in

realtà positivo per gli studenti in corso, risultato da imputare probabilmente alla loro predisposizione/abitudine rispetto ai compagni a cimentarsi con successo con l'apprendimento individuale su libri tradizionali. Queste supposizioni sono però disattese dalla mancanza di significatività dell'analisi di varianza per il Ret-T ($p=0,21$). Si confermano le ipotesi negative per il trattamento ALFA relative all'applicazione di processi per i Ripetenti (Rip) mentre registriamo un interessante +13,1% di risposte corrette per quanto concerne l'astrazione del modello a conferma della discreta variabilità dei dati rilevata in anova ($p=0,071$)

Domanda.: 2.4: Per ogni obiettivo didattico quanto è forte l'*effect size* (Effect Size ALFA/ETA)?

Una prima valutazione delle *effect size* da affiancare ai risultati di significatività dei test ci fa notare che solo in PS-T è possibile riscontrare un effetto negativo realmente rilevante del trattamento ALFA rispetto ad ETA ed è come prevedibile legato a O4 con un FX di -0,64 ($>0,5!$) e confermando l'incapacità del gruppo ALFA di appropriarsi del modello mentale veicolato dal materiale cartaceo al fine della sua applicazione pratica per la risoluzione di problemi.

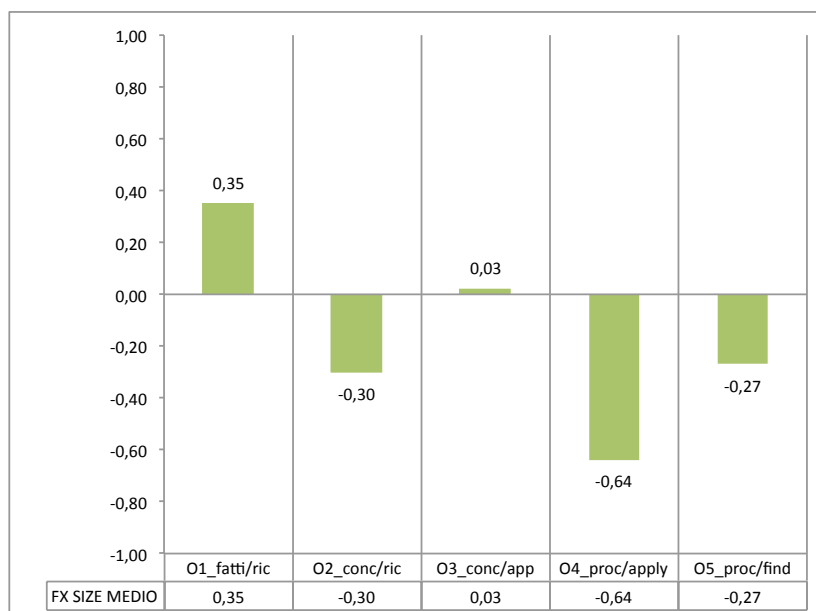


Figura 4-10 Esperimento 1: differenze di effect size per obiettivo didattico

Domanda.: 2.5 Per ogni obiettivo didattico ci sono differenze significative in termini di *effect size* tra i sottogruppi “In Corso” e “Ripetenti” (Effect Size ALFA/ETA)

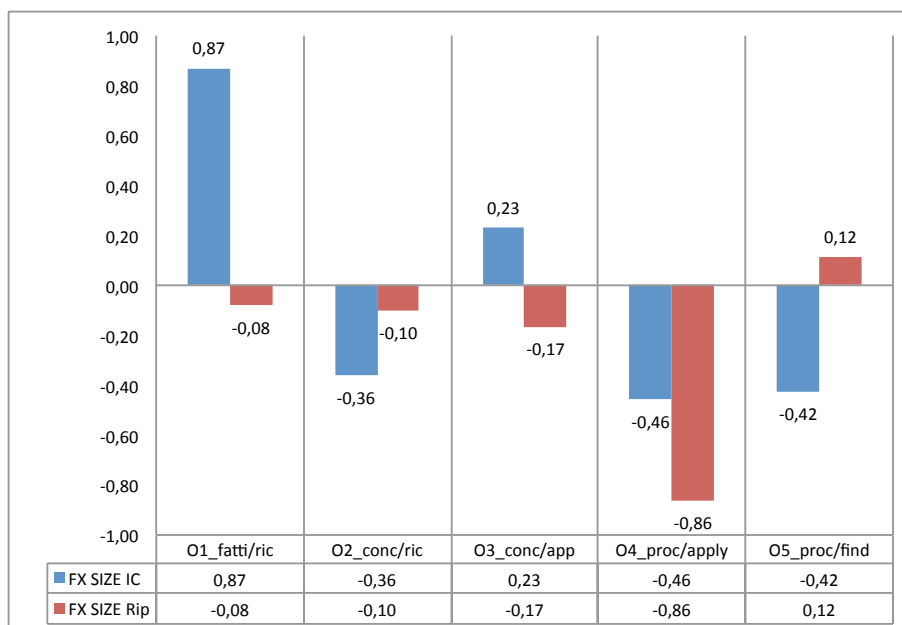


Figura 4-11 Esperimento 1: differenze di effect size tra i sottogruppi “In Corso” e “Ripetenti” per obiettivo didattico

Dati interessanti emergono infine separando l’impatto del trattamento per i due sottogruppi: un’analisi dell’FX evidenzia la dispersione dei dati rilevata in anova e sottolinea un effetto estremamente positivo in (O1=+0,87) per il ricordo di fatti per gli studenti in corso, probabilmente da imputare ad una capacità di manipolazione delle immagini superiore ai Ripetenti (Rip) e all’esperienza positiva dell’apprendimento individuale su carta dal punto di vista del senso di autoefficacia. Si rimanda a future analisi alternative all’anova test ad esempio con il test di Kruskal Wallis - il corrispondente non parametrico dell’analisi della varianza in cui i dati vengono sostituiti dal loro rango, e viene solitamente usato quando non può essere assunta una distribuzione normale della popolazione.

Esiste un non meno importante FX negativo in O4 (-0,86) per gli studenti Ripetenti (Rip) che definisce in modo *incontrovertibile* la superiorità del metodo della lezione tradizionale rispetto all’autoapprendimento con dispensa cartacea per l’acquisizione di capacità di problem solving.

4.1.6 Efficacia del trattamento sperimentale per capacità di problem solving dopo 7 giorni (dps-t)

Ipotesi: partendo dal presupposto che i soggetti sono abituati ad entrambe le situazioni di apprendimento si confida comunque nell'efficacia superiore di una lezione euristica condotta dall'insegnante. E' ipotizzabile che a distanza di una settimana in entrambe le condizione ci sia un decremento delle performance dovuto alla mancanza di esercitazioni/ripetizione/ristrutturazione significativa delle conoscenze apprese e che l'esperienza probabilmente più ancorata nella memoria sia quella in ETA perchè il clima di classe divertente e innovativo per la presenza di un videoproiettore e la conduzione a guida dell'insegnante potrebbero aver impatti positivi sul mantenimento degli schemi mentali e sulla loro applicazione.

Anova Test: L'analisi della varianza ci permette di visualizzare immediatamente come il trattamento sperimentale abbia una significatività anche elevata sia in PS-T che DPS-T; scomponendo la varianza per gli obiettivi didattici si conferma il probabile impatto negativo di ALFA dopo una settimana. Risulterà pertanto interessante approfondire con la visualizzazione delle medie, la differenza di CA% ed infine l'*effect size*.

Tabella 4-4 Esperimento 1: Anova test per gli obiettivi per PS-T, DPS-T e obiettivi didattici

Exp1	PS-T	O4	O5	DPS-T	O4_7gg	O5_7gg
ALFA/ETA	0,003162	0,0008246	0,07478	0,001392	0,0005387	0,02248

Domanda 3.1.: Quale è la condizione di apprendimento che supporta migliori performance dopo una settimana dallo studio dei contenuti? (% CA/TOT)?

Contro ogni nostra ipotesi iniziale, entrambi i gruppi presentano un miglioramento nel test di *problem solving* dopo una settimana. Ricordando che durante questi sette giorni gli studenti non hanno avuto più accesso ai contenuti proposti e che in accordo con i docenti non sono stati trattate le tematiche legate alla catena alimentare per non alterare i risultati dei test, questo risultato appare decisamente in contrasto con l'idea di degradazione dello schema rispetto a un suo consolidamento nel tempo.

Il differenziale di risposte esatte tra il gruppo ALFA ed ETA rimane inaspettatamente costante intorno al -28% sia durante il primo che il secondo test.

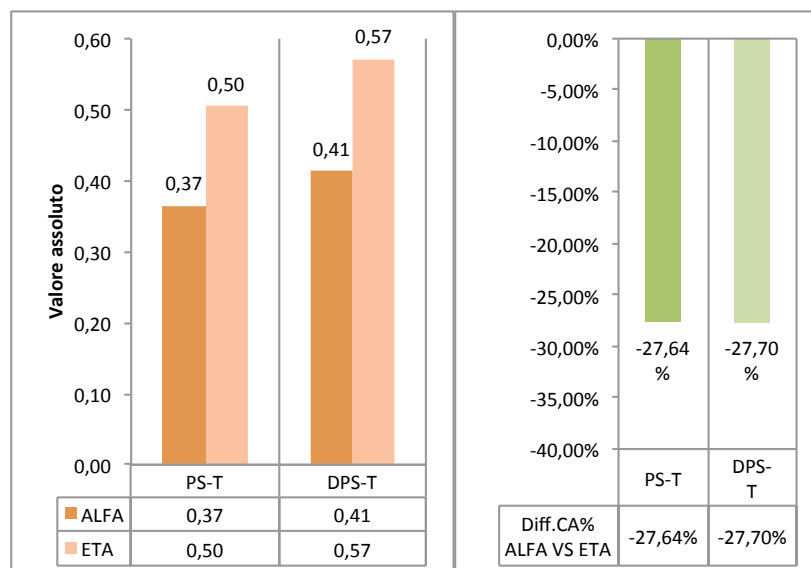


Figura 4-12 Esperimento 1: medie per il DPS-T differenze CA% tra i due gruppi

Domanda 3.2 Esiste una variazione apprezzabile di performance dopo una settimana? come è ripartita questa differenza di risposte corrette tra studenti “In corso” e “Ripetenti”?

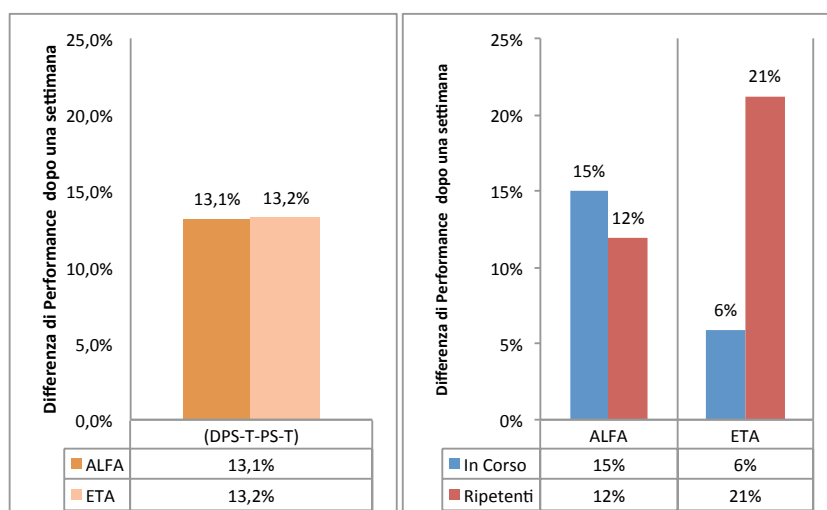


Figura 4-13 Esperimento 1: variazione di performance PS-T/DPS-T; differenze in corso e Ripetenti (Rip)

Si evidenzia che dopo una settimana gli studenti presentano un *innalzamento dei livelli di performance di circa il 13%* ma con variazioni interessanti nei due sottogruppi. Infatti se all'interno del gruppo ALFA la prestazione positiva si attesta sugli stessi livelli per *in corso* e *Ripetenti (Rip)*, nel caso di ETA l'incremento è quasi quattro volte maggiore per i Ripetenti (Rip), il che indica la preferibilità di ETA per l'ancoraggio dei modelli mentali nel medio termine per questo sottogruppo.

Domanda 3.3: dopo una settimana quanto è forte l'effect size complessivo? quanto impatta il trattamento ALFA tra i sottogruppi "In Corso" e "Ripetenti" (Effect Size ALFA/ETA)?

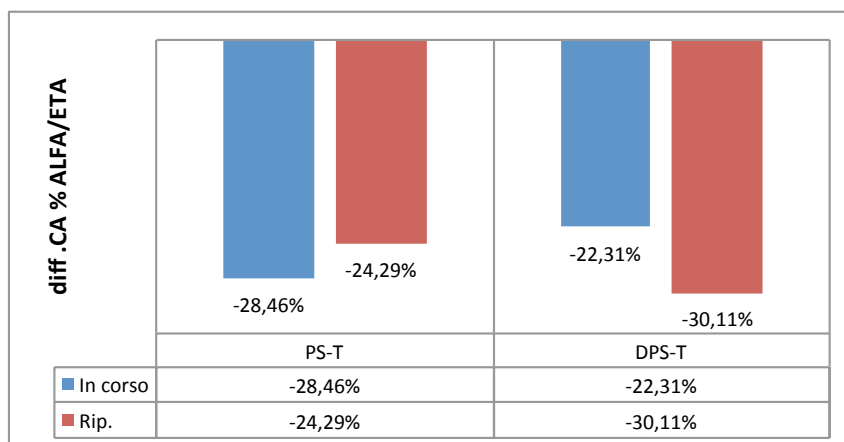


Figura 4-14 Esperimento 1: Differenza %CA tra in corso e Ripetenti (Rip) dopo una settimana per la risoluzione di problemi

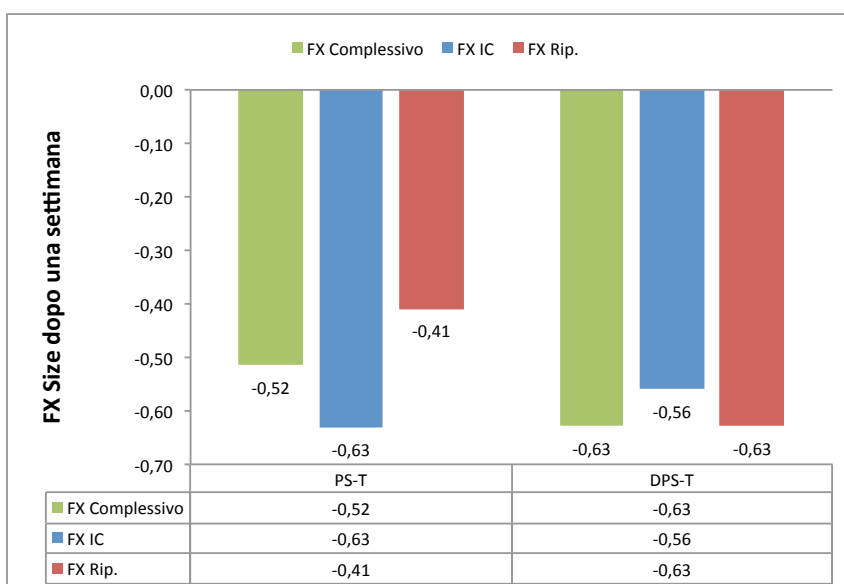


Figura 4-15 Esperimento 1: Effect size dopo una settimana per la risoluzione di problemi

I valori di performance sono inferiori in ALFA con una forbice che va dal 22 al 30% di CA rispetto al gruppo ETA. A conferma della preferibilità di ETA, tutti i valori FX Size presentati nell'istogramma superano la soglia di 0,5 pertanto la condizione ALFA è significativamente negativa per entrambi i sottogruppi. Si conferma l'inefficacia di tale strategia formativa per il potenziamento delle competenze di problem solving e per un loro consolidamento a medio termine. In particolare pare che gli *in corso* a distanza di una settimana siano in grado comunque di recuperare parte del differenziale grazie probabilmente alle più consolidate abilità di autoregolazione metacognitiva nell'attività di studio individuale.

Domanda 3.4: quale è la condizione di apprendimento che supporta migliori performance per obiettivo didattico? (% CA/TOT)?

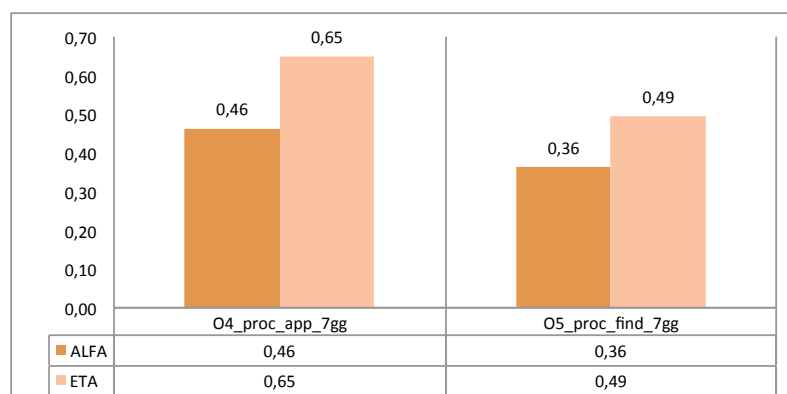


Figura 4-16 Esperimento 1: medie ottenute nei 2 obiettivi di Problem Solving

Ricordando che dopo una settimana i risultati del trattamento sperimentale hanno incrementato la loro significatività:

- In O4 (applicazioni di processi) $p = 0,0005387$
- In O5 (astrazione di processi) $p = 0,02248$

viene confermata la situazione del primo PS-T e l'inefficacia della condizione sperimentale ALFA: il differenziale di performance tra le CS è rilevante per entrambi gli obiettivi didattici e per entrambi i sottogruppi (tra -17 e -30%CA). Per meglio apprezzare se esistono differenze realmente significative dopo una settimana proseguiamo con l'analisi dell'effect size.

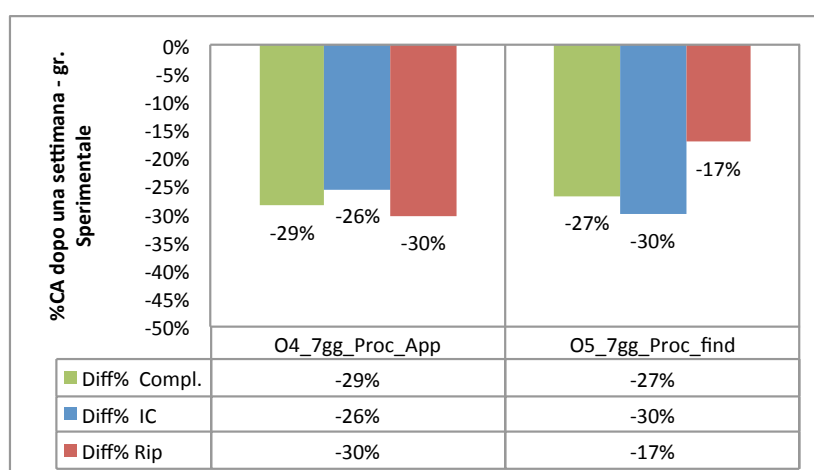


Figura 4-17 Esperimento 1: Differenza %CA tra In Corso (IC) e Ripetenti (Rip) dopo 7gg per obiettivi di PS

Domanda 3.5 quanto è forte l'effect-size dopo una settimana per ogni obiettivo didattico? Esistono differenze significative tra i sottogruppi “In Corso (IC)” e “Ripetenti (Rip)”?

Interessante notare come l'FX confermi la negatività dell'impatto di ALFA e ci faccia che rispetto alle indicazioni fornite dal differenziale %CA tra i 2 gruppi l'effetto è in gran parte ribadito poiché in O4 si supera la soglia di 0,5 per tutti i sottogruppi mentre in O5 l'effetto negativo è principalmente presente nel gruppo degli studenti *In Corso (IC)*. Se ne deduce che ALFA è sconsigliato sia per *Ripetenti (Rip)* che per *In Corso (IC)*.

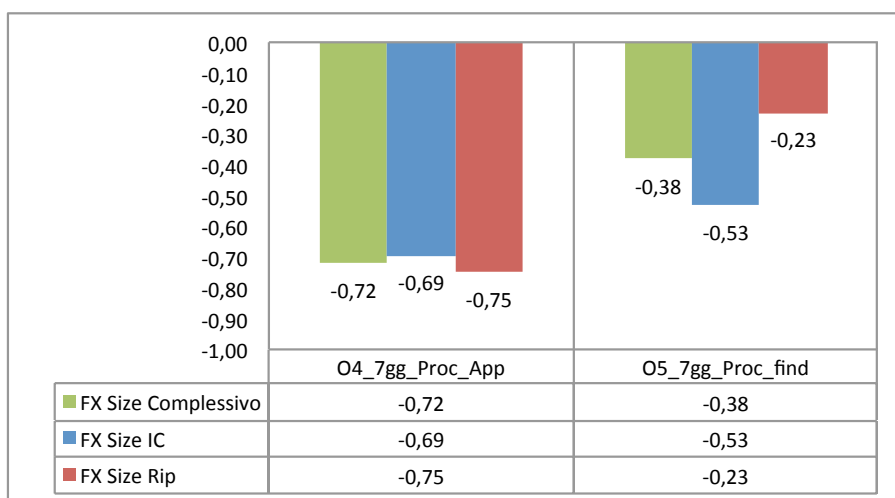


Figura 4-18 Esperimento 1: Effect size dopo una settimana per obiettivi di risoluzione di problemi

4.1.7 Analisi dell'esperienza utente (UX) per le due condizioni di apprendimento

Ipotesi relative alle 6 dimensioni di UX:

Percezione di autoefficacia PRIMA dell'intervento istruttivo (Autoefficacia - PRE): non si immagina nessuna differenza significativa se non nei sottogruppi con i Ripetenti (Rip) che è possibile riportino valori inferiori.

Percezione di autoefficacia DOPO la fase istruttiva (Autoefficacia - POST): si ipotizza che il gruppo ETA segnali livelli di autoefficacia percepita più alti dopo la fase istruttiva grazie a una migliore gestione della concentrazione e del disturbo ambientale e alla fiducia nella guida dell'insegnante

Usabilità del materiale didattico: è possibile che in ALFA l'usabilità percepita sia più elevata perchè esiste consente l'individualizzazione del ritmo di apprendimento e il controllo diretto più fine sul contenuto (gli studenti possono tornare indietro e rileggere/visualizzare gli schemi più volte).

Chiarezza espositiva: crediamo non esistano notevoli differenze tra le due condizioni; immaginiamo una valutazione favorevole per ETA dato che è compito dell'insegnante leggere con la classe i contenuti e spiegare passo-passo i contenuti con modalità consolidate e percepite come affidabili.

Motivazione Intrinseca: non ipotizziamo differenze significative tra le due condizioni; è possibile che per il sottogruppo *Ripetenti (Rip)* i livelli siano inferiori in ALFA per la mancanza di guidance che indirizzi verso la materia di studio.

Soddisfazione (estetica/engagement): non ipotizziamo differenze significative tra le due condizioni; è possibile che per entrambi i sottogruppi di *Ripetenti (Rip)* i livelli siano inferiori in ALFA perchè l'esperienza risulterebbe essere più stressante e viene loro chiesto di gestire integralmente il processo di studio e la concentrazione in aula. Non immaginiamo livelli di apprezzamento elevati nemmeno per Eta dato che dalle interviste in profondità viene riportato dai docenti che i ragazzi tollerano a fatica le lezioni in modalità frontale.

Di seguito vengono presentate due modalità di visualizzazione dei risultati del test di User Experience in cui vengono rilevate le dimensioni di Autoefficacia (prima e

dopo l'esperienza), la Motivazione (intrinseca), la Chiarezza espositiva, l'Usabilità (intesa come semplicità di fruizione), la Soddisfazione durante il momento di apprendimento.

Da una prima valutazione complessiva si può subito notare come le barre dell'istogramma riportino valori più alti (pertanto positivi) in ogni dimensione del gruppo ETA, eccezion fatta per il senso di *autoefficacia prima* dello studio della catena alimentare dove i risultati sono identici. Partendo da questo dato comune l'area descritta dal poligono in ALFA è sottodimensionata di circa mezzo punto in ogni vertice dell'esagono, segno che l'apprezzamento complessivo per ALFA sulla scala di Likert sia prossimo a valori medi mentre emergono valori medio alti per ETA.

Differenziando i risultati per gli studenti In Corso (IC) non ci si discosta molto dalla valutazione complessiva; pare che i due poligoni siano ancora più sovrapponibili in particolar modo per il grado di *soddisfazione* espresso dai ragazzi, probabilmente perchè gli studenti In Corso (IC) non hanno nessuna preclusione all'utilizzo di materiale cartaceo senza guida esterna (come riportato anche dai maestri).

Per il sottogruppo dei Ripetenti non esistono invece valori allineati; si può dedurre dal grafico radiale che:

- La percezione di *autoefficacia (pre)* rimane identica in ALFA e in ETA confermando la medesima preparazione preliminare
- Contrariamente alle nostre ipotesi l'usabilità dei due artefatti risulta migliore per ETA dove non avviene un vero e proprio uso diretto della presentazione ma è mediato dal docente. Si suppone che la gestione per micro-passi delle slide sia più adatta a gestire il carico cognitivo intrinseco al materiale e che la manipolazione diretta in ALFA non migliori la percezione soggettiva di questo aspetto, anzi probabilmente è inferiore anche per l'elevato disturbo in classe (*carico cognitivo estraneo*).
- in ALFA per l'area della motivazione il valore è più basso di 0,6 punti avvicinandosi a valori insufficienti
- Lo spettro è complessivamente inferiore rispetto agli *In Corso (IC)*: si riscontrano limitate differenze negative tra 0,3 e 0,5 punti che indicano una generale preferenza per la guida da parte dell'insegnante piuttosto che per una caotica situazione di autoapprendimento.

Domanda.: 4.1 Quale è la CS migliore per le sei dimensioni del UX?

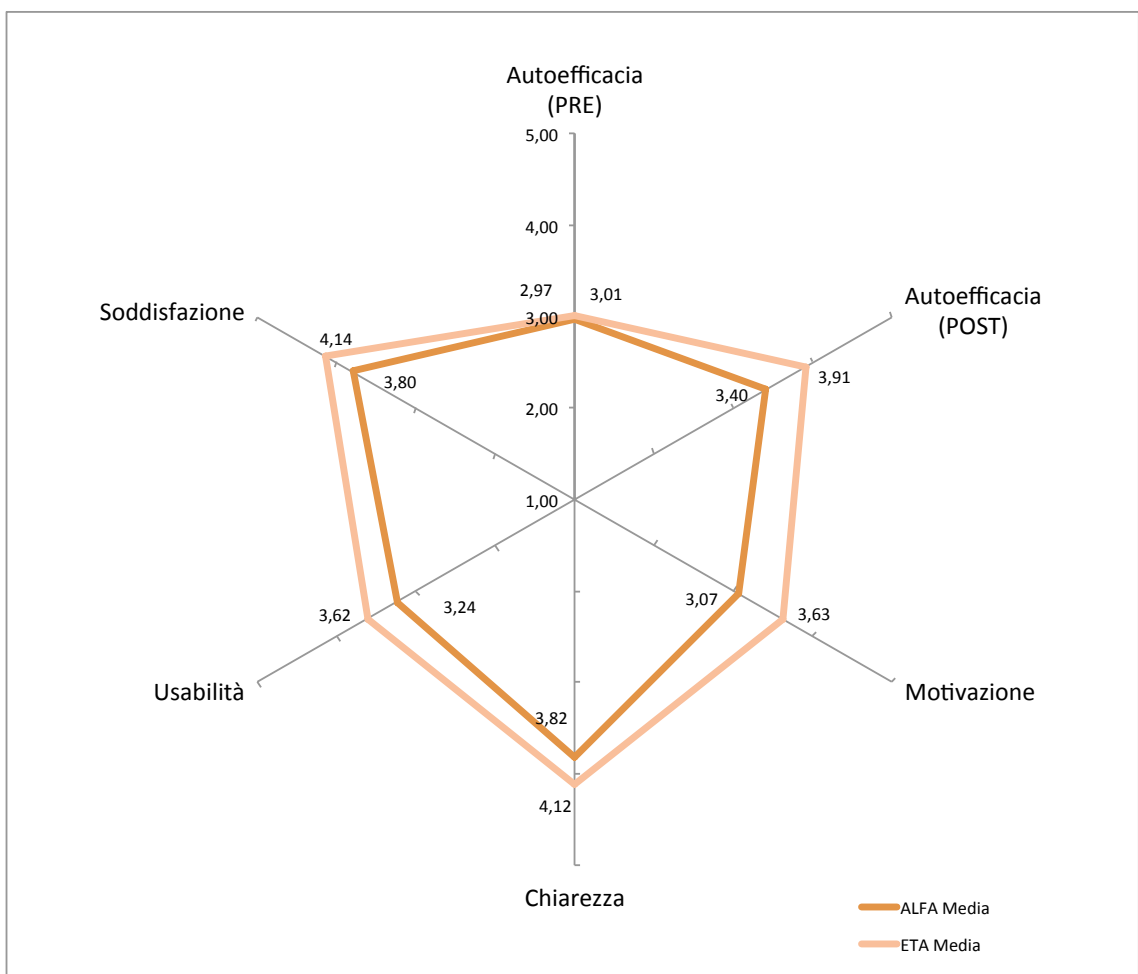
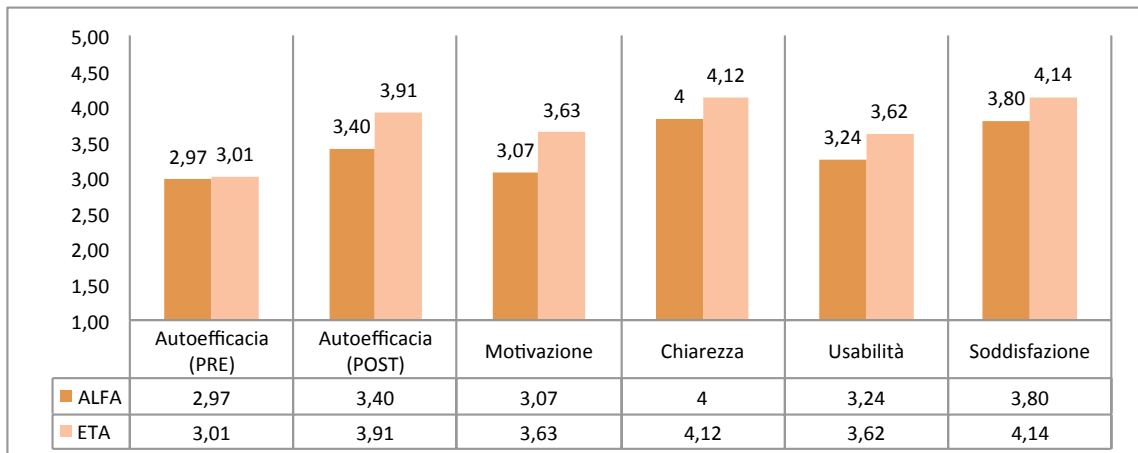


Figura 4-19 Esperimento 1: Istogramma e diagramma radiale dell'UX

Domanda.: 4.2 Quale è la CS migliore per le sei dimensioni del UX per gli studenti In Corso (IC)?

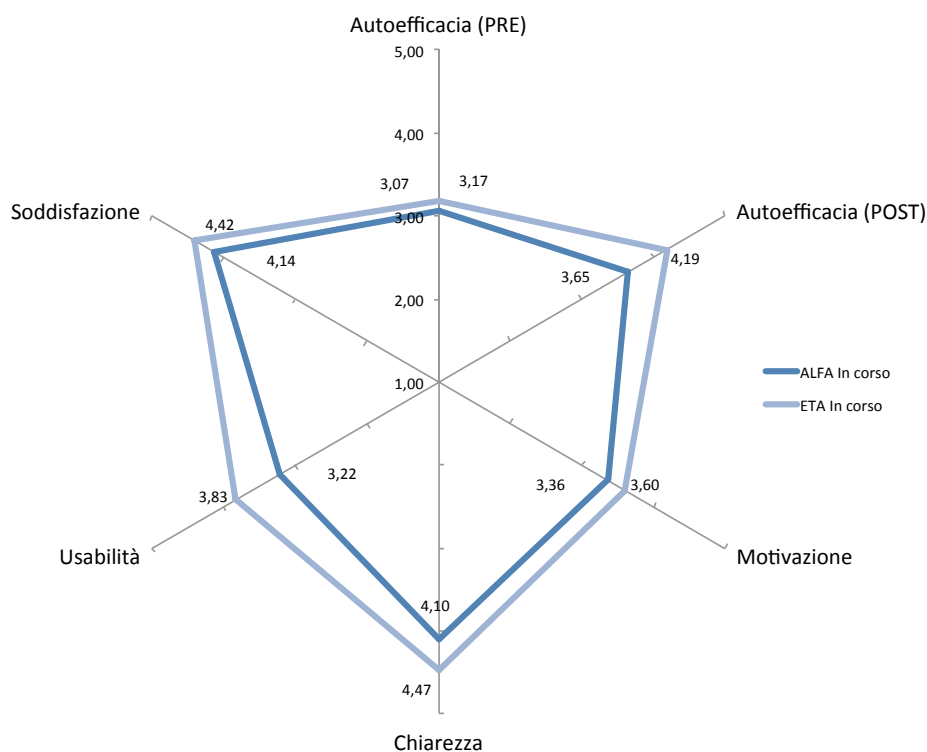
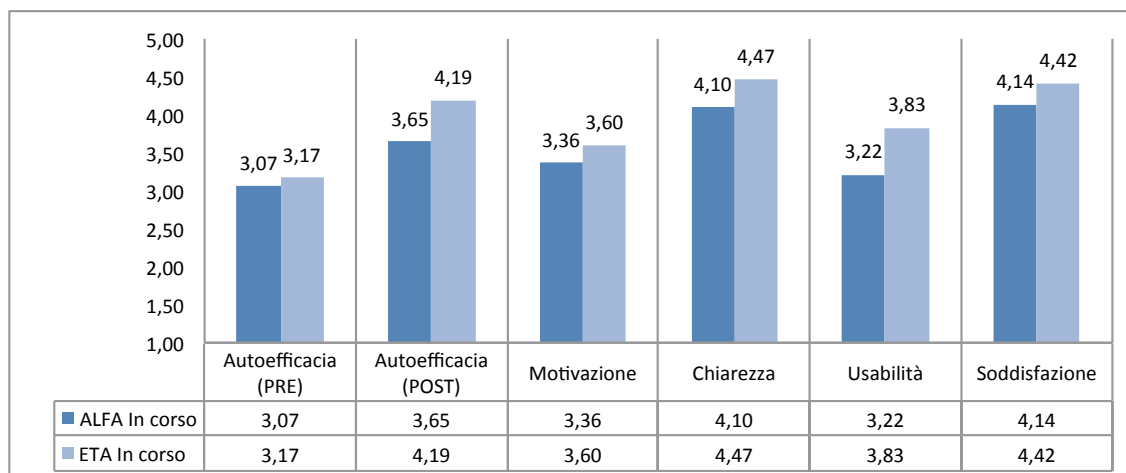


Figura 4-20 Esperimento 1: Istogramma e diagramma radiale dell'UX per il sottogruppo *In Corso* (IC)

Domanda.: 4.3 Quale è la CS migliore per le sei dimensioni del UX per i Ripetenti (Rip)?

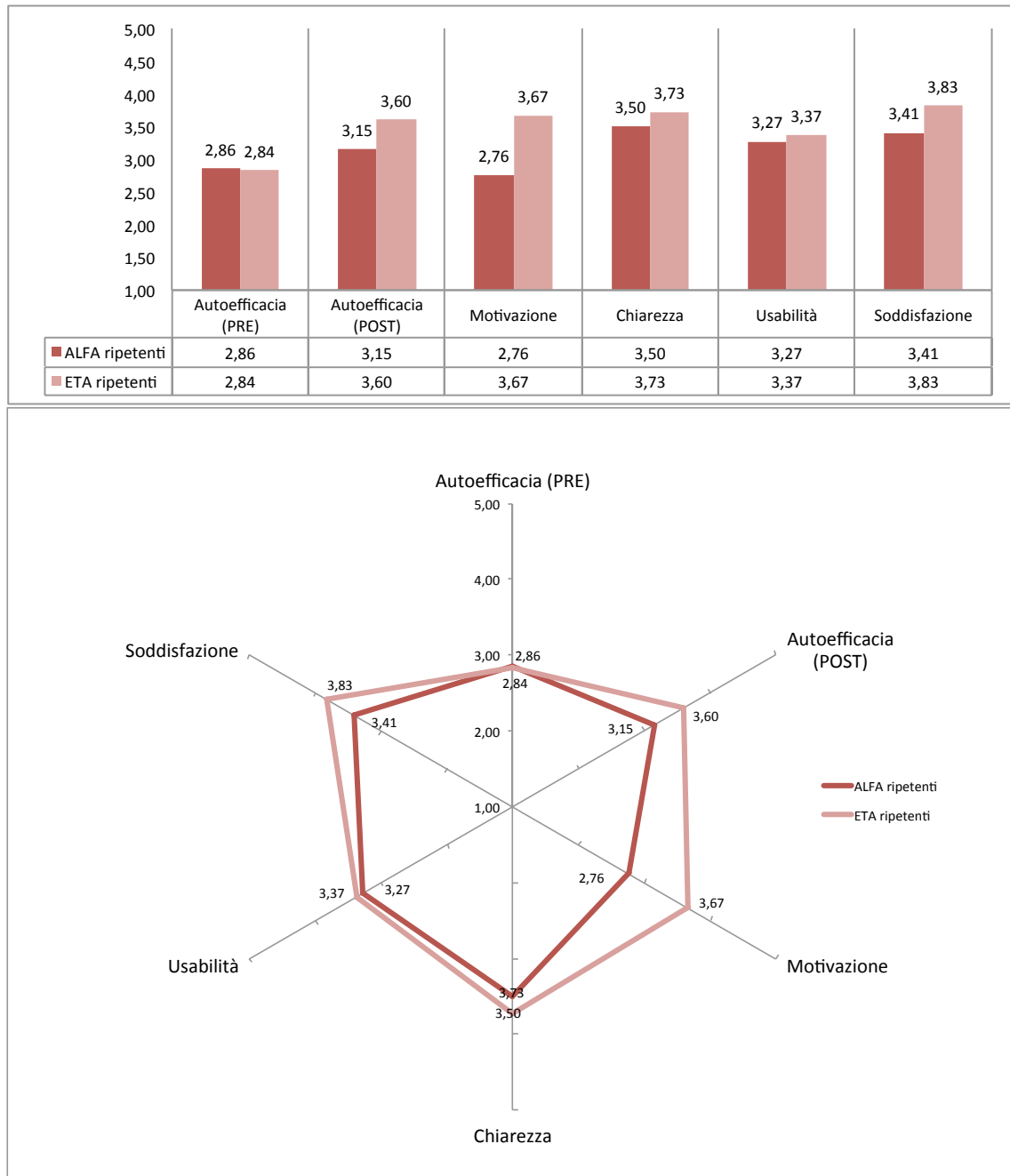


Figura 4-21 Esperimento 1: Istogramma e diagramma radiale dell'UX per il sottogruppo *Ripetenti*

**4.2 EXP.2 Multimedia Learning Design (MLD) per
l'autoapprendimento: efficacia e UX di una dispensa digitale in
autonomia VS dispensa cartacea**

Tabella 4-5 EXP.2 Multimedia Learning Design (MLD) per l'autoapprendimento: efficacia e UX di una dispensa digitale in autonomia VS dispensa cartacea

1. learning setting			
	Variabili	BETA(Set A/ LO2)Gr. Sperimentale	ALFA(Set A/ LO1)Gr. Controllo
1.1	Tipologia	Set-A autoapprendimento	Set-A autoapprendimento
1.1.1	Learning Support	Nessuno	Nessuno
1.1.2	Isolamento	Alto	Nessuno
1.1.3	Disturbo ambientale	Basso	Elevato
2. Learning Object: tipologia			
2	Tipologia LO	Lo2-Multimedia Passo-Passo	Lo1-dispensa infografica
2.1 Learning Object: Instructional design			
2.1.1	Strategia di presentazione	Topic centered	Topic centered
2.1.2	Formato di istruzione	Tutoriale in autoistruzione	Tutoriale in autoistruzione
2.1.3	Merrill's Principles	Demonstration (animazioni)	
2.2 learning object: multimedia learning design			
2.2.1	Multimedialita'(livello complessità)	Medio	Basso
2.2.2	Information display (livello complessita')	Elevato	Basso
2.2.3	ML principles: riduzione e CL estraneo	Coherence Signaling Redundancy Spatial contiguity Temporal contiguity	Coherence Signaling Redundancy Spatial contiguity
2.2.4	ML principles: gestione CL essenziale	Segmenting Sequencing Pacing Modality	Segmenting Sequencing Pacing
2.2.5	ML principles: rinforzo CL generativo	Multimedia Personalization Voice Image Varied context examples	Multimedia Personalization Image Varied context examples
2.3 Learning Object: Interaction design			
2.3.1	Supporto fisico dei contenuti	XO LAPTOP	Carta
2.3.2	Interazione con il virtual tutor	Medio	Nessuno
2.3.4	Controllo sul contenuto (livello)	Medio	Medio
2.3.5	Interattività del materiale e dell'interfaccia (livello)	Medio	Basso

4.2.1 Descrizione dell'esperimento

In questa seconda parte della sperimentazione si è deciso di confrontare due situazioni di auto-apprendimento che le interviste con gli insegnanti confermano essere consolidate e piuttosto comuni nelle scuole uruguayane da quando si adotta il modello 1:1. In realtà si tratta di una replica degli esperimenti condotti da Mayer con gli studenti universitari descritti nel Capitolo 2 solo che questa sperimentazione è effettuata in contesti educativi reali di contesto critico e non è correlata a nessuna ricompensa estrinseca come i crediti formativi.

Ci accingiamo a confrontare l'efficacia didattica di due formati del medesimo materiale da fruire individualmente:

- Una dispensa multimediale digitale (trattamento sperimentale con LO2 su XO)
- Una dispensa cartacea infografica (gruppo di controllo con LO1)

L'obiettivo principale della ricerca è testare quanto l'adozione di contenuti digitali ben progettati possa essere efficace per lo studio individuale in classi di contesto critico rispetto ad un materiale equivalente su supporto analogico.

Come si può vedere in tabella dal punto di vista del *Learning Setting* ciò che cambia realmente tra le due condizioni è il *grado di isolamento* offerto dalle cuffie che sono state fornite in dotazione e che secondo le nostre ipotesi di disegno dovrebbe drasticamente ridurre il grado di disturbo ambientale e migliorare il potenziale di concentrazione per lo studio individuale (-CCE).

Per quanto riguarda i *Learning Object* usati, ricordiamo che entrambi contengono gli stessi schemi e gli stessi testi ma sono state modificate alcune variabili di progettazione multimediale; ad esempio arricchendo in LO2 la presentazione delle informazioni con alcune animazioni di riepilogo (*demonstration principle* di D.Merrill) e sostituendo la maggior parte dei testi con una traccia audio che dà vita al tutor virtuale. Si tratta dell'applicazione del già citato *modality principle* della teoria cognitiva dell'apprendimento multimediale, secondo il quale la presentazione delle informazioni in formato audio associato alla contestuale (*temporal contiguity principle*) rappresentazione grafica, è superiore in efficacia rispetto all'uso combinato di testo scritto e schematizzazione iconica.

Il *design dell'interazione* non è estrinsecabile dal tipo di supporto fisico dell'informazione (carta/digitale), infatti sia la relazione comunicativa con il tutor virtuale che la possibilità di controllo sul materiale sono inevitabilmente più

sofisticate in LO2 (per il gruppo di controllo l'interazione è solo immaginata dato che il personaggio è totalmente muto e statico).

Per entrambe le condizioni è da sottolineare invece come non esista nessun tipo di *supporto didattico esterno*, la metacognizione rispetto ai concetti presentati e il controllo sul ritmo di assimilazione rimangono integralmente a carico dello studente (*self directed pacing*) che deve porre in essere strategie di regolazione supportate solo dallo scaffolding offerto dall'artefatto cognitivo che gli viene fornito.

4.2.2 Osservazioni durante la sperimentazione

Si è detto che per entrambe le condizioni si è scelto di condurre l'esperimento in situazioni educative che fossero più possibile realistiche. Ribadendo l'interesse per *evidence based education* si è scelto di coinvolgere i maestri nella conduzione chiedendo loro di intervenire per limitare il disturbo in aula esattamente come avrebbero fatto in nostra assenza. E' emerso immediatamente quanto i due setting di studio fossero profondamente differenziati proprio dalla possibilità di isolamento offerta dal *tutorial digitale* (LO2 – *multimedia passo-passo*) fruito attraverso il kit-cuffie che è stato previamente distribuito e verso il quale tutti i ragazzi hanno dimostrato un interesse notevole quasi a significare un bisogno reale di limitare il disturbo in aula.

Come si era registrato durante l'osservazione non partecipante preliminare alla sperimentazione, il contesto di erogazione dei contenuti (*classi di scuole di contesto estremamente critico*) si è rivelato da subito molto rumoroso, in particolare risultava esasperata per il gruppo di controllo che si è presentato caotico e difficile da coordinare per me, ma anche per i maestri.

I ragazzi faticavano a gestire il proprio tempo per svolgere il compito di apprendimento e difficilmente resistevano alle provocazioni dei compagni più vivaci che interrompevano con una frequenza molto elevata il flusso di studio. Il rumore di fondo, l'intensità degli scambi comunicativi e la loro frequenza si propagava "viralmente" nella classe con improvvisi aumenti di volume compromettendo la concentrazione individuale e collettiva. L'osservazione di questa situazione di ingestibilità relativa per le attività di studio in classe con supporti cartacei ci ha indotto a rinforzare le nostre ipotesi integralmente a favore

del trattamento sperimentale.

Senza essere ancorati in nessun modo a queste intuizioni iniziali si procede con un'analisi statistica delle misure di efficacia e le medie ottenute dai due gruppi che verranno valutate in base a:

- un ANOVA test per verificare la significatività dei risultati
- misure di effect size che ci possano indicare l'effetto del trattamento tenendo conto anche della deviazione standard del gruppo di controllo.

4.2.3 Efficacia del trattamento sperimentale sulle performance di apprendimento

Ipotesi di ricerca: Si suppone che il trattamento sperimentale fornisca delle condizioni di apprendimento notevolmente più adatte all'autoistruzione in classe. Ipotizziamo che il carico cognitivo possa venir meglio gestito sia in termini di setting (riduzione del disturbo esterno= -CCE) sia grazie al design del learning object che limita il carico cognitivo estraneo e concentra le risorse disponibili sul carico intrinseco e pertinente. Si suppone che tale efficienza nella gestione delle risorse dovrebbe tradursi in performance più elevate in tutti i test. Dal ricordo di fatti e concetti alla comprensione dei processi, all'applicazione degli stessi per la risoluzione di problemi in nuove situazioni.

4.2.4 Composizione del campione

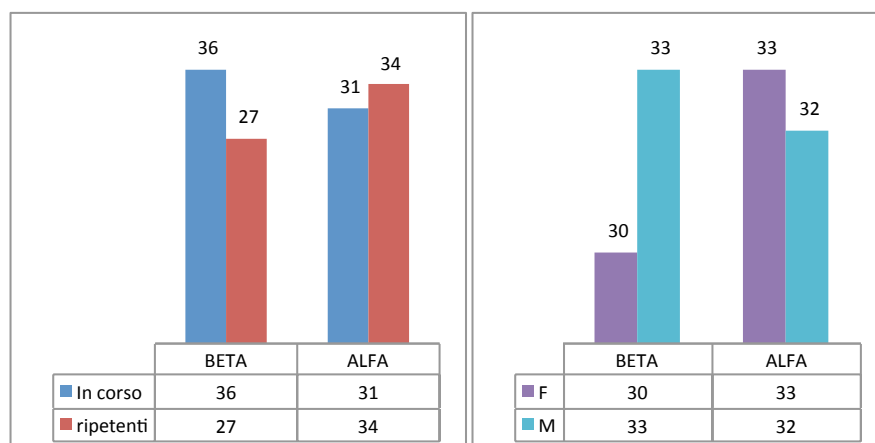


Figura 4-22 Exp. 2: Composizione del campione

Domanda 1.1: Quale è la condizione di apprendimento che supporta migliori performance rispetto a compiti di *retention*, *comprehension* e *problem solving* (% CA/TOT)?

ANOVA Exp2	COMPL,%	RET-T	COMP-T	PS-T
BETA/ALFA	0,0009164	0,1091	0,01986	4,197e-05

Tabella 4-6 Exp.2: Anova Test

L'anova test ci conferma la significatività dei risultati nella misura complessiva di apprendimento e in tutti i singoli test, in particolare per quanto riguarda il PS-T. Una significatività nettamente inferiore con $p > 0,1$ riguarda però i risultati dei compiti di *retention* dove ci sono quasi 11 possibilità su 100 che le medie ottenute possano essere attribuite al caso o a un errore di campionamento.

Il parametro "Valutazione Complessiva" è, come si è detto in Exp1, un indicatore globale delle performance di apprendimento essendo la media delle medie delle performance per i cinque obiettivi didattici. Da un primo sguardo possiamo dedurre, confortati dal test anova ($p = 0,0009164$) che l'adozione di BETA sia generalmente preferibile e che rinforzi l'apprendimento principalmente per gli studenti *ripetenti* (+24,25% CA rispetto ai Ripetenti (Rip) di ALFA).

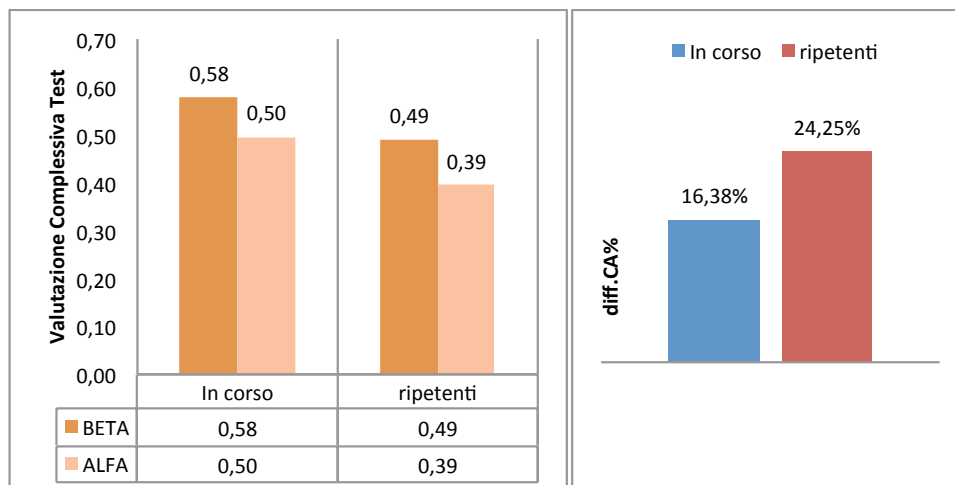


Figura 4-23 Exp.2 valutazione complessiva dell'apprendimento e differenze di CA tra i 2 gruppi

Tenendo in considerazione la limitata significatività del RET-T porremo la nostra attenzione sulle altre prove obiettive, i cui risultati normalizzati ci indicano una oggettiva superiorità espressa in valore assoluto di prestazioni per il gruppo sperimentale. Le differenze più sensibili riguardano il PS-T, la misura più importante tra le tre testate, con un punteggio assoluto di 0,56 Vs 0,37 a favore del GS-BETA.

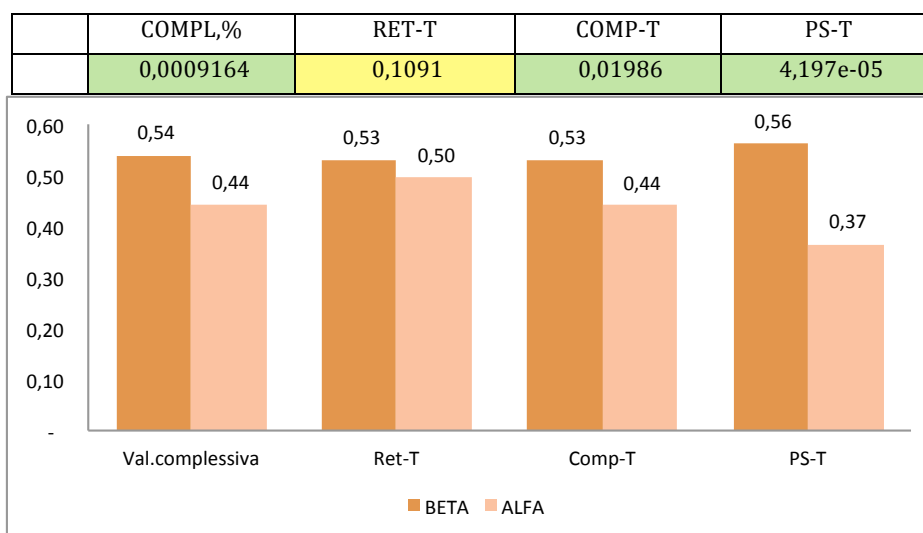


Figura 4-24 Exp.2 Medie ottenute nei 4 test di valutazione e p value per ogni test

Domanda 1.2: per ogni test quant'è la differenza di performance del gruppo sperimentale VS gruppo di controllo (differenza % CA BETA Vs ALFA)?

Se si relativizza tale superiorità esprimendola come la percentuale di risposte corrette in più rispetto al GC-ALFA, dalla figura 4.25 possiamo immediatamente notare come l'impatto positivo di BETA riguardi "il cuore" della batteria di test somministrati, ovvero il Problem Solving Test. Gli studenti di questo gruppo ottengono una performance superiore del 54% rispetto ai colleghi che hanno studiato con la dispensa cartacea.

Domanda 1.3: Come è ripartita questa differenza di risposte corrette tra studenti "In corso (IC)" e "Ripetenti"?

Disaggregando i dati per i due sottogruppi, l'analisi evidenzia come tale superiorità incida in modo particolare per il sotto gruppo dei *Ripetenti (Rip)* per i quali la condizione BETA è sempre vantaggiosa sia per il Comp-T (+22%CA) sia per il PS-T con un notevole +63%CA. Tale preferibilità è comunque da riservare anche per il gruppo degli studenti In Corso (IC).

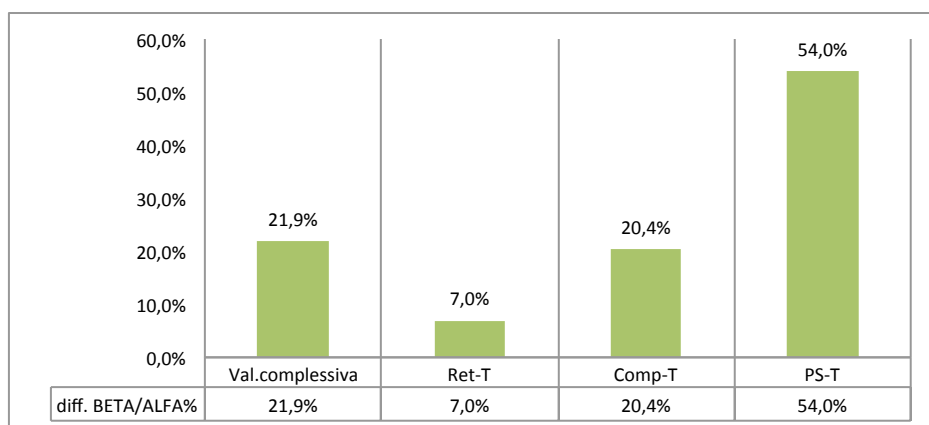


Figura 4-25 Exp.2 Differenza di risposte corrette tra i due gruppi espressa in percentuale

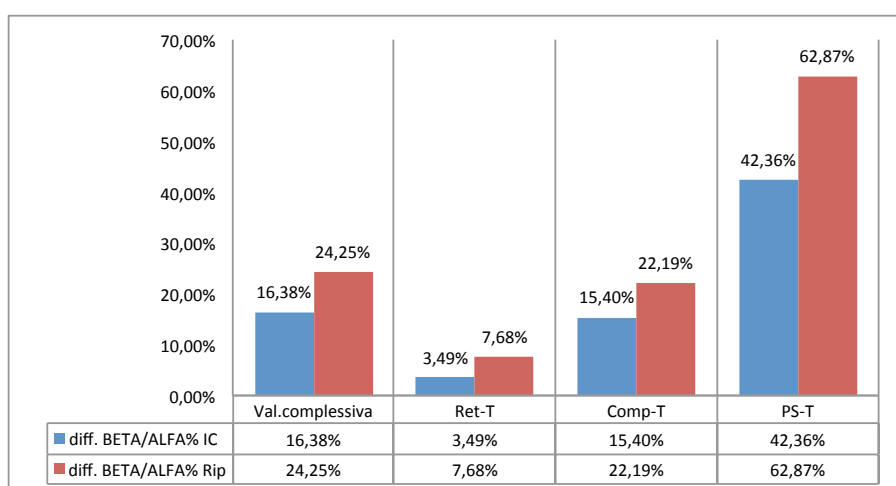


Figura 4-26 Exp 2 - Differenza di CA tra i due gruppi e tra In corso (IC) e Ripetenti (Rip)

Domanda 1.4: Quanto è forte l'effect size rispetto a tipologia di test (Effect Size BETA/ALFA?)

Considerando anche il peso della deviazione standard rispetto alla media del gruppo di controllo (ALFA) attraverso l'effect size otteniamo un basso valore per il Ret-T, prossimo a 0,25, a conferma delle differenze minime che si possono ottenere con i due trattamenti per il ricordo di fatti e concetti.

Il vero vantaggio nell'adottare la condizione BETA si evidenzia nelle performance di risoluzione dei problemi (0,73) e più moderatamente per il test di comprensione (0,42). Da sottolineare che l'indicatore della valutazione complessiva ha un FX di 0,58 che ci indica la superiorità generale di Beta.

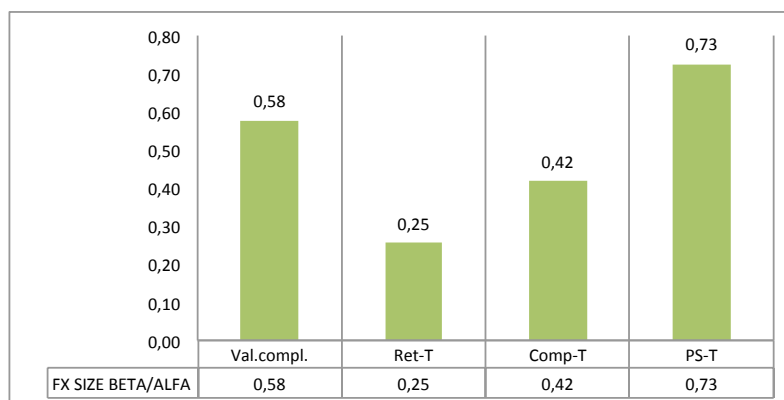


Figura 4-27 Exp.2 effect size rispetto a tipologia di test

Domanda 1.5: Ci sono differenze significative in termini di effect size tra i sottogruppi “In corso (IC)” e “Ripetenti” (Effect Size BETA VS ALFA)?

Valutiamo ora l'effetto del trattamento Beta sui due sottogruppi IC e Rip. dove per questi ultimi emerge un valore decisamente elevato sia per la Valutazione complessiva (0,69) che per il PS-T dove si tende ad 1 mentre per gli studenti In Corso (IC) l'Effect Size risulta positivo ma moderato, posizionandosi intorno allo 0,5 per il PS-T. Esiste un effetto reale ma moderato anche per il *comp-t*: tra 0,33 (IC) e 0,45 (Rip).

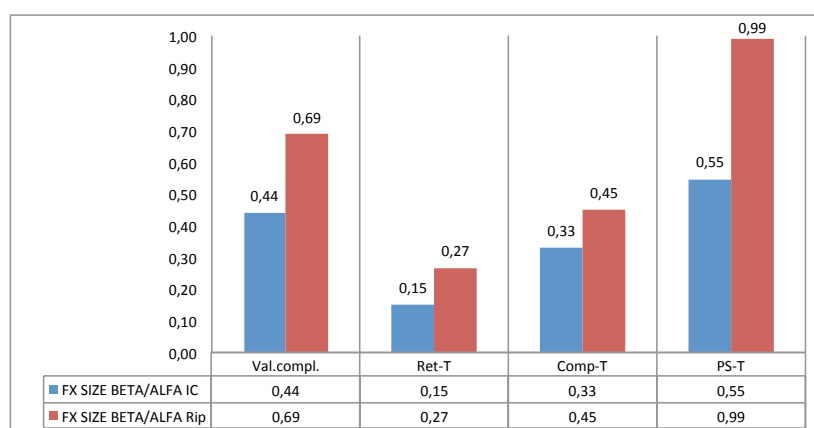


Figura 4-28 Exp.2 Differenze di effect size tra i sottogruppi “In corso (IC)” e “Ripetenti”

4.2.5 Efficacia trattamento sperimentale per il raggiungimento degli obiettivi didattici

Ipotesi: in accordo con i principi dell'apprendimento multimediale le nostre ipotesi si basano sul potenziale insito nell'applicazione del *modality principle* secondo il quale gli studenti imparano meglio da una presentazione che integra

audio e grafiche piuttosto che testo e grafiche. La superiorità prevista delle performance del gruppo sperimentale in tutti gli obiettivi didattici sono comunque fortemente legate anche al setting e al fattore di isolamento che si immagina essere determinante per ridurre il carico cognitivo estraneo e renderlo disponibile per risolvere i processi cognitivi intrinseci e rilevanti (CCI, CCR). Non da ultimo l'applicazione del *demonstration principle* di Merrill si suppone possa contribuire positivamente per la creazione di schemi mentali più solidi e integrati semplificando l'acquisizione. Infatti la dimostrazione con una animazione dovrebbe liberare risorse rispetto alla condizione ALFA dove viene chiesto agli studenti di immaginare le relazioni alimentari tra gli esseri viventi.

Anova test e analisi dei dati

Prima di procedere con la valutazione dei livelli di raggiungimento dei singoli obiettivi di apprendimento disaggregati rispetto alle prove oggettive, riportiamo i risultati dell'Anova Test condotto rispetto alle distribuzioni dei risultati per i cinque obiettivi previsti.

Tabella 4-7 Exp.2 Anova test per gli obiettivi O1,O2,O3,O4,O5

Exp2	O1	O2	O3	O4	O5
BETA/ALFA	0,1517	0,009002	0,01986	0,0004667	0,000523

Come prevedibile, in considerazione dell'anova test processato per le quattro prove obiettive, esiste una forte significatività dei livelli di tutti gli obiettivi didattici tranne che per O1, relativo al ricordo di fatti/dati. In questo caso, nonostante le medie rappresentino un relativo vantaggio a favore del gruppo di controllo si può in realtà concludere che non esiste una differenza significativa tra i due trattamenti per l'incremento di prestazioni di rievocazione di fatti/dati. Il retention test pertanto risultava altamente variabile proprio per la non significatività in O1.

Il grafico ci indica invece come in valore assoluto esistano reali differenze per padronanza di conoscenza di tipo processuale piuttosto che per quella di tipo puramente dichiarativo(O2/O3). Considerando che è in O4 e O5 che avviene "il vero apprendimento" poiché viene misurato quanto lo studente è in grado di applicare correttamente il modello di relazioni alimentari in contesti ecologici

nuovi e se è in grado di derivare un differente schema astratto che sintetizzi i concetti presentati. Ed è proprio qui che vediamo la netta superiorità del trattamento sperimentale Beta anche se in O2 e O3 esiste un'innegabile superiorità di efficacia di Beta.

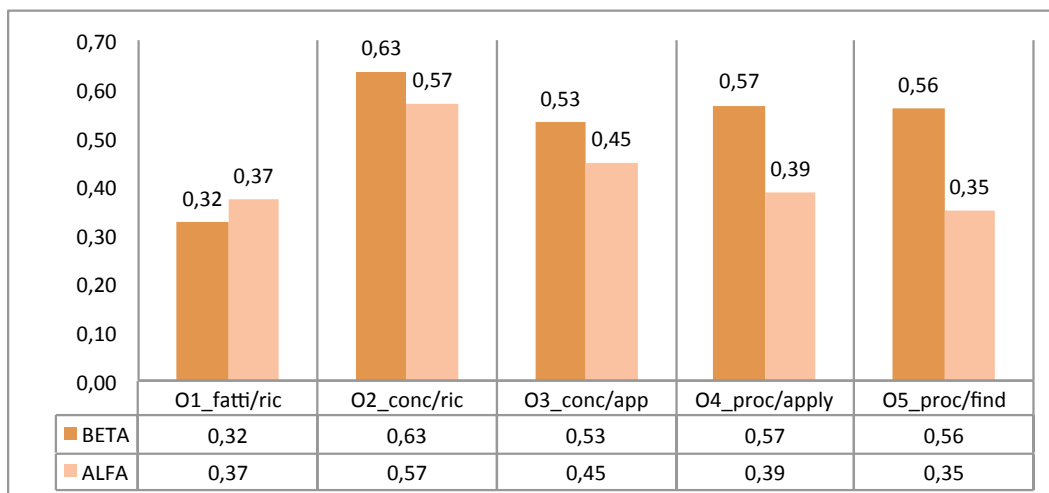


Figura 4-29 Exp.2 Medie ottenute nei 5 obiettivi

Domanda.: 2.2 Per ogni obiettivo didattico quanto è la differenza di risposte corrette del gruppo sperimentale rispetto al gruppo di controllo? (differenza % CA BETA Vs ALFA)

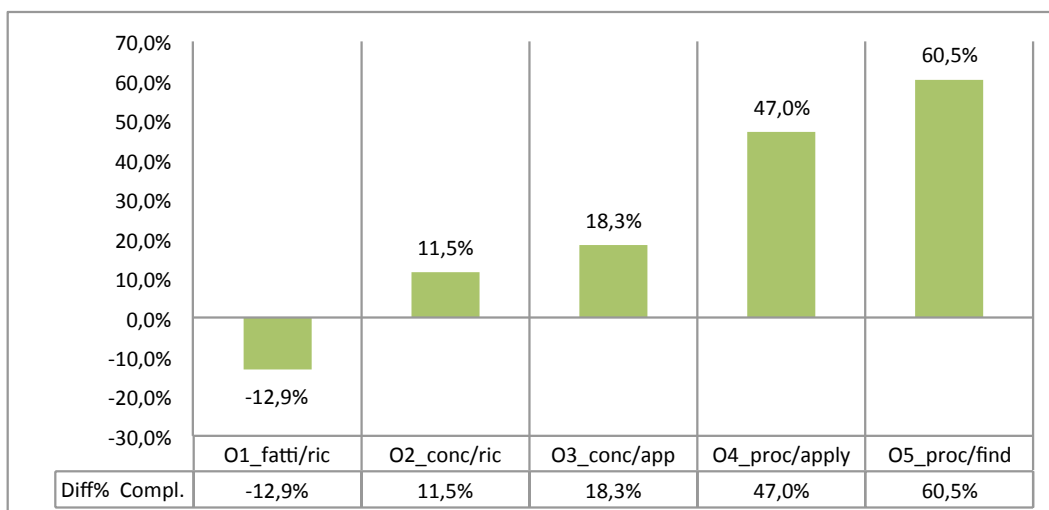


Figura 4-30 Exp.2 differenza di CA espressa in percentuale per i 5 obiettivi

Il grafico appare visivamente come una sorta di scala in crescendo: *la differenza di performance tra i due trattamenti cresce con l'aumentare della complessità della conoscenza presentata e del compito di apprendimento richiesto* evidenziando

performance decisamente positive per chi ha studiato in autonomia con la dispensa digitale (O3=+18,3%; O4=+47%; O5=+60,5%).

Domanda.: 2.3 Per ogni obiettivo didattico come è ripartita questa differenza di risposte corrette tra studenti “In corso (IC)” e “Ripetenti”?

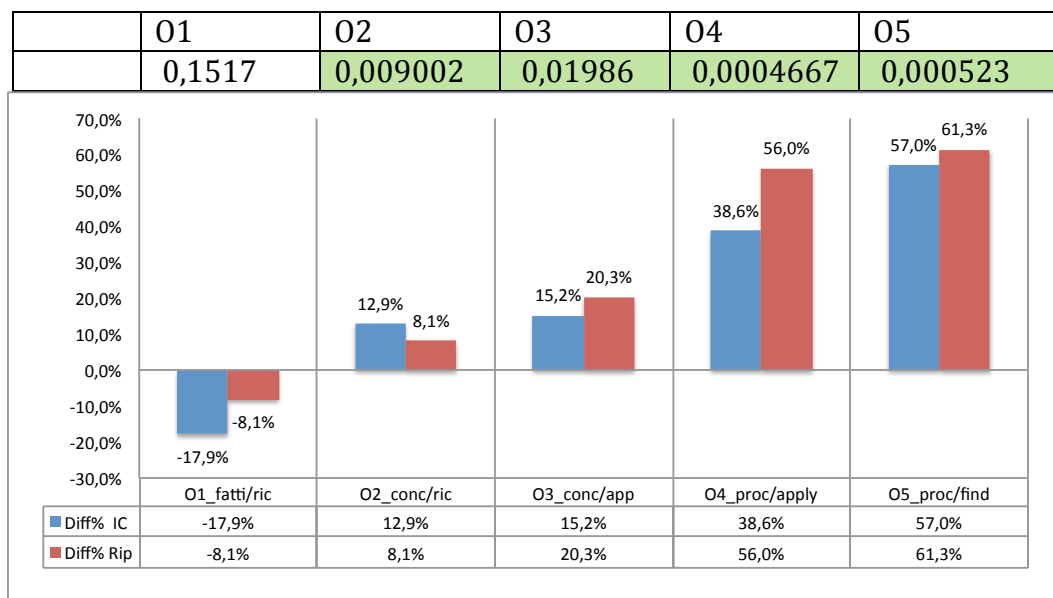


Figura 4-31 Exp.2 differenza di CA espressa in percentuale per i 5 obiettivi per i due sottogruppi

Ricordando un valore di p prossimo a 0,15 per il Ret-T non riteniamo utile commentare i valori negativi di BETA vs ALFA in O1 anche se per il *ricordo di concetti* (O2) esiste significatività elevata e Beta porta un incremento di circa il 10% di CA su ALFA. E' invece interessante notare come la capacità di applicare concetti e processi a nuovi contesti possa incrementare notevolmente per i *Ripetenti (Rip)*, con un delta di performance di quasi 20 punti in O4 rispetto ai compagni in ALFA. Si confermano le ipotesi negative per il trattamento di controllo rispetto a tutti gli obiettivi didattici in particolare per i Ripetenti (Rip) per i quali risulta fondamentale una progettazione che minimizzi il carico cognitivo di tipo estraneo, parcellizzi quello intrinseco a favore di un carico cognitivo rilevante, finalizzato all'incorporazione progressiva dello schema mentale della catena alimentare

Domanda.: 2.4: Per ogni obiettivo didattico quanto è forte l'effect size (Effect Size Beta/Alfa)?

La misura di effect size (figura 4.32, 4.33) ci conferma moderati effetti positivi per l'acquisizione e la comprensione di concetti a favore del gruppo Beta e sottolinea l'incapacità del gruppo ALFA di appropriarsi efficacemente del modello mentale veicolato dal materiale cartaceo al fine della sua applicazione pratica per la risoluzione di problemi e la creazione di schemi astratti ($O4=0,62$ e $O5=0,58$).

Dati interessanti emergono infine separando l'impatto del trattamento per i due sottogruppi: un'analisi dell'FX definisce in modo incontrovertibile la superiorità dell'adozione di una dispensa digitale multimediale in grado di isolare lo studente durante la fase di autoapprendimento; l'utilità di tale scelta da parte del docente è particolarmente efficace per sviluppare negli studenti Ripetenti (Rip) la capacità di risolvere problemi e applicare conoscenze complesse in contesti sconosciuti. Per i Ripetenti (Rip) si registrano valori di FX molto alti ad esempio un $O4=0,79$ e in $O5=0,61$.

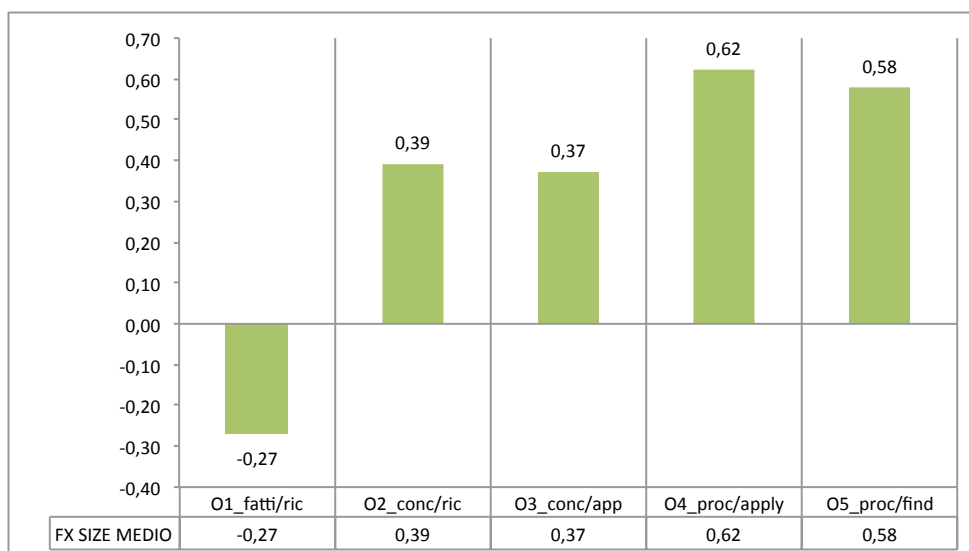


Figura 4-32 Exp.2 Differenza di di effect size per i 5 obiettivi

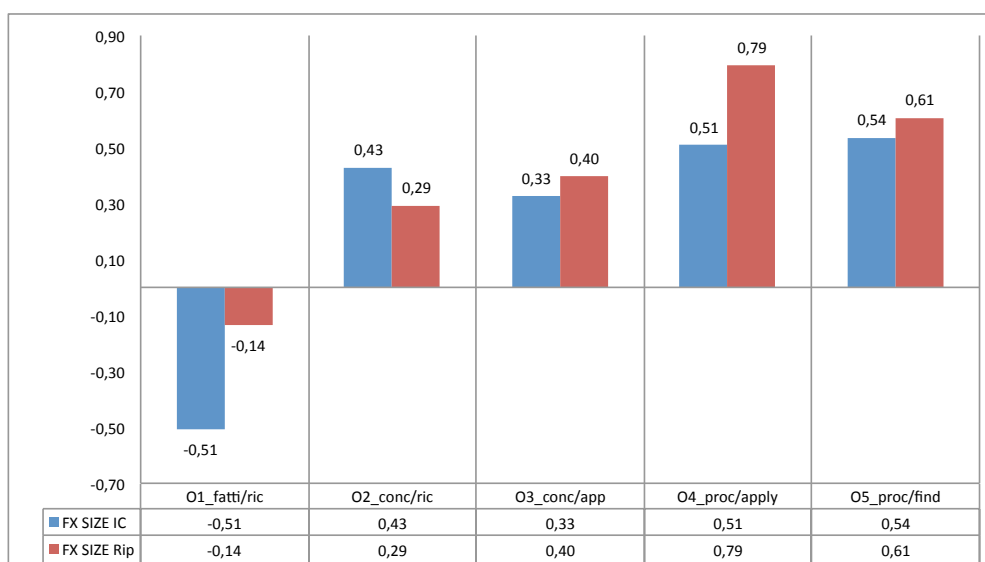


Figura 4-33 Exp.2 Differenza di effect size per i 5 obiettivi (sottogruppi)

4.2.6 Efficacia trattamento sperimentale sulle capacità di *problem solving* dopo 7 giorni (DPS-T)

Ipotesi: è possibile che a distanza di una settimana gli schemi mentali si siano consolidati più profondamente negli studenti del gruppo Beta grazie all'applicazione del *demonstration principle* attraverso le animazioni esplicative di “chi è mangiato da chi” in natura, verso le quali tutti i ragazzi hanno dimostrato grande attenzione e interesse. Si crede inoltre che tale solidità dei frame teorici appresi dipenda in gran parte dalla gestione del carico cognitivo durante l'esperienza di studio e dalle limitazioni al disturbo esterno. Per questo riteniamo

che, nonostante una probabile riduzione delle performance a sette giorni, ci possa essere una differenza importante a favore del gruppo Beta.

Domanda 3.1.: Quale è la condizione di apprendimento che supporta migliori performance dopo una settimana dallo studio dei contenuti? (% CA/TOT)?

Come per l'exp1, l'ipotesi iniziale dichiarata era di una degradazione dello schema teorico della catena alimentare e di un difficile consolidamento senza un momento di ripasso o esercizio.

Tabella 4-8 Exp.2: Anova Test PS-T/ DPS-T

Exp2a	PS-T	DPS-T
Beta Vs Alfa	4,197e-05	9,29E-02

L'analisi *anova* ci dice che le differenze del trattamento Beta rispetto al gruppo di controllo sono significative e ciò è evidenziato da un *p* con valori estremamente bassi. Contro ogni ipotesi preliminare *entrambi i gruppi presentano un lieve miglioramento nel test di problem solving ripresentato dopo una settimana*. Si ricorda che durante questi sette giorni gli studenti non hanno avuto più accesso ai contenuti proposti e che in accordo con i docenti non sono state trattate le tematiche legate alla catena alimentare per non alterare i risultati dei test.

Il differenziale di risposte esatte tra il gruppo sperimentale e il controllo rimane come in exp.1 praticamente costante attestandosi intorno ad un +50% sia durante il primo che il secondo test. Tali risultati ci invitano a considerare Beta come condizione fortemente preferibile perché pare supporti attivamente nell'acquisizione di abilità di soluzione dei problemi e sia in grado di stabilizzarle e incrementarle nel tempo.

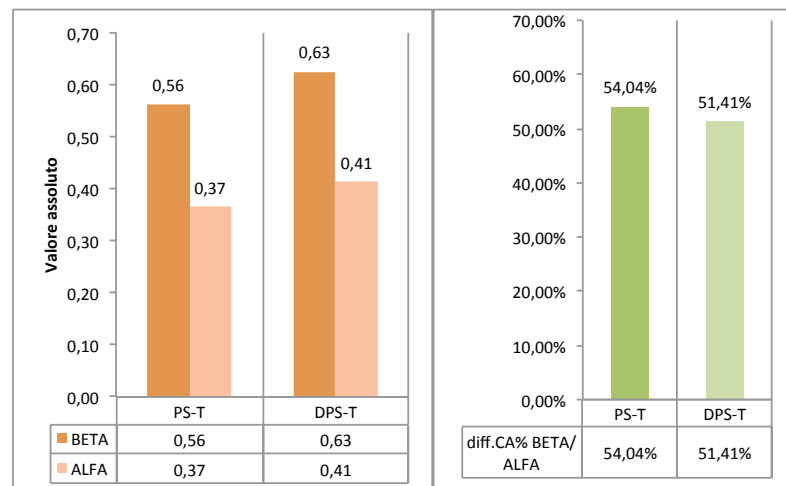


Figura 4-34 Exp.2 : medie per il DPS-T differenze CA% tra i due gruppi

3.2 Esiste una variazione apprezzabile di performance dopo una settimana? come è ripartita questa differenza di risposte corrette tra studenti “In corso (IC)” e “Ripetenti”?

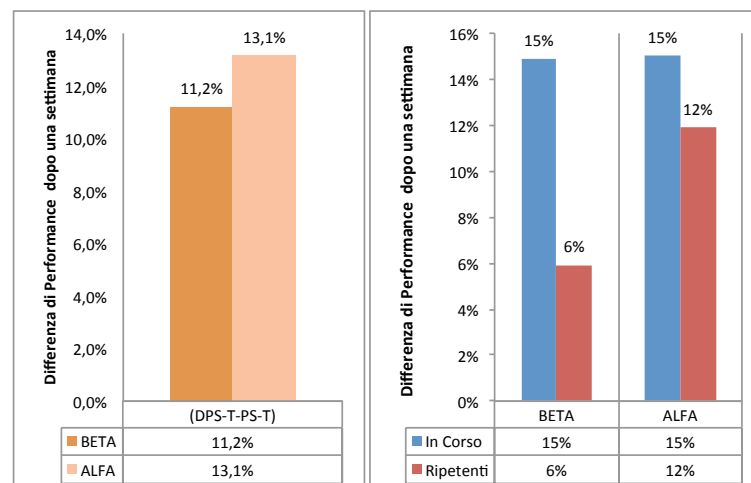


Figura 4-35 Exp.2 - Differenza %CA tra In Corso (IC) e Ripetenti (Rip) dopo una settimana per la risoluzione di problemi

Tale innalzamento dei livelli di performance è tra l'11 e il 13% ma con variazioni interessanti anche nei due sottogruppi: l'ancoraggio dei modelli mentali nel medio termine è più forte per gli studenti *In Corso (IC)* plausibilmente grazie all'adozione di strategie metacognitive personali più efficaci e strutturate; Ci affidiamo pertanto all'analisi dell'effect size per valutare l'impatto effettivo del trattamento Beta a distanza di una settimana.

Domanda 3.3: dopo una settimana quanto è forte l'effect size complessivo? quanto impatta il trattamento sperimentale tra i sottogruppi “In corso (IC)” e “Ripetenti” (Effect Size Beta/Alfa)?

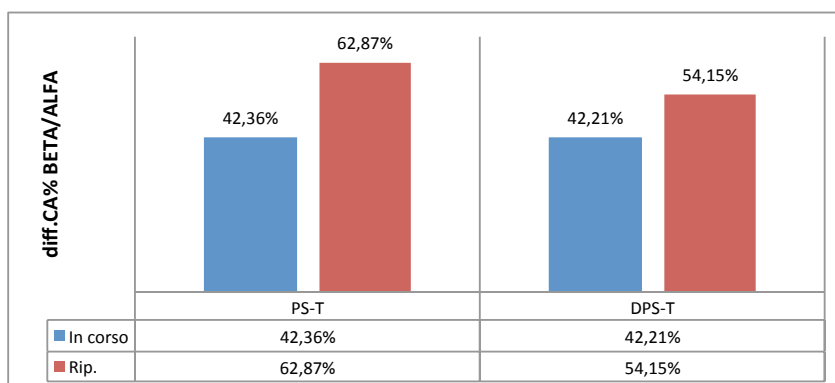


Figura 4-36 Exp.2 - Differenza %CA tra In Corso (IC) e Ripetenti (Rip) dopo 7gg per la risoluzione di problemi

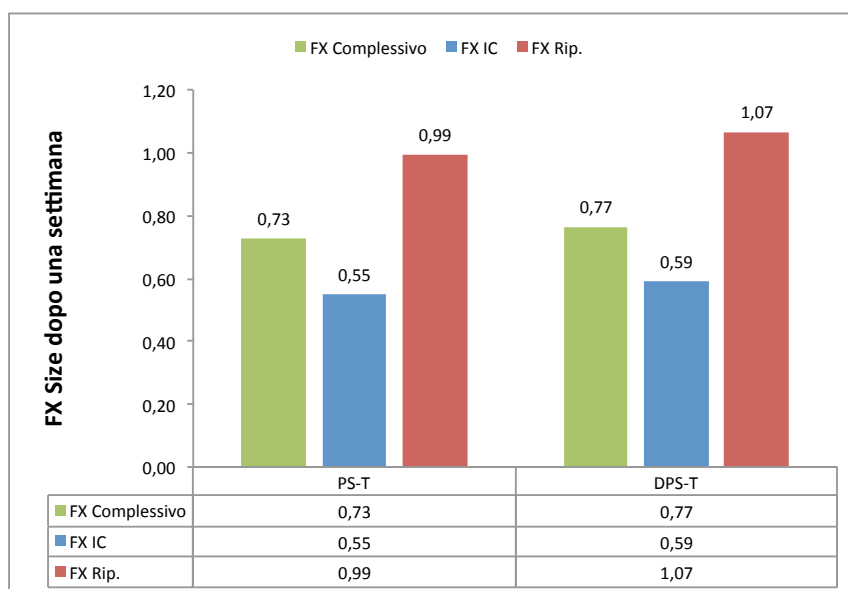


Figura 4-37 Exp.2 - Effect size dopo una settimana per la risoluzione di problemi

Ne primo grafico si può vedere che sia nel PS che nel DPS-T esiste una differenza di performance >50%CA a favore del trattamento Beta.

Se analizziamo tale differenze tenendo conto della deviazione standard del gruppo di controllo troviamo che tutti i valori FX Size presentati nell’istogramma superano la soglia di 0,5 confermando la condizione Beta come sensibilmente positiva per entrambi i sottogruppi. *L’analisi della forza dell’effetto del trattamento Beta indica che tale condizione di apprendimento incide in modo decisivo sui soggetti Ripetenti (Rip) tramite un potenziamento delle competenze di problem solving e un loro consolidamento a medio termine (fx=1,07!)*

Domanda 3.4: nel DPS-T quale è la condizione di apprendimento che supporta migliori performance per obiettivo didattico? (% CA/TOT)?

L'anova test preliminare alla valutazione delle medie ponderate ci dice che il trattamento sperimentale ha un impatto che si deve ritenere altamente significativo dato che p è sempre e di molto inferiore a 0,01. Ciò suggerisce che anche gli effetti di Beta saranno importanti anche dopo 7 giorni dal momento di studio individuale.

Tabella 4-9 Anova Obiettivi didattici PS-T e DPS-T

Exp2a	O4	O5	O4_7gg	O5_7gg
COPPIA BA	0,0004667	0,000523	0,0003996	0,001433

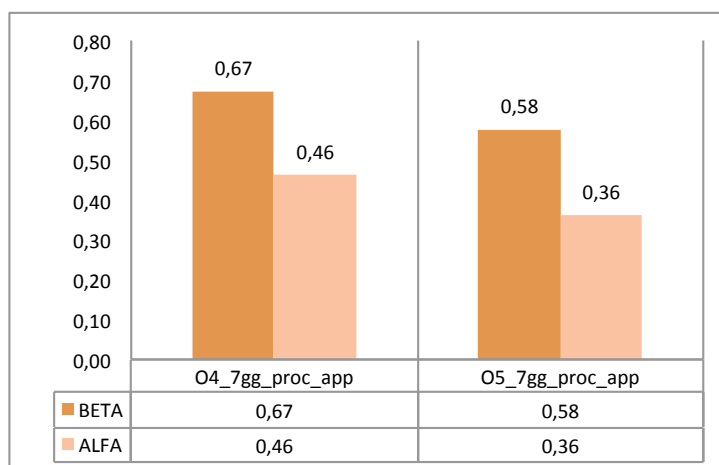


Figura 4-38 Exp.2 - Medie per obiettivo dopo 7gg

Pertanto anche dopo una settimana si confermano i valori del DPS-T in cui il differenziale di performance della condizione Beta rispetto al gruppo di controllo è importante per entrambi gli obiettivi didattici. Il trattamento ALFA sfavorisce sia gli studenti In Corso (IC) che i Ripetenti (Rip). Per meglio individuare differenze realmente apprezzabili proseguiamo con l'analisi dell'effect size.

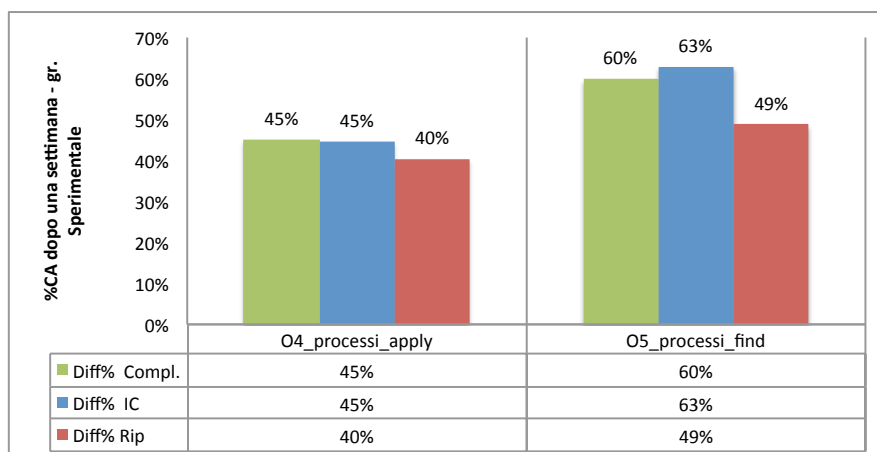


Figura 4-39 Exp.2 Differenza %CA tra In Corso (IC) e Ripetenti (Rip) dopo una settimana per obiettivi di PS

Domanda 3.5 quanto è forte l'effect size dopo una settimana per ogni obiettivo didattico? Esistono differenze significative tra i sottogruppi “In Corso (IC)” e “Ripetenti (Rip)”?

l'FX ci consente di quantificare quanto sia realmente positivo l'impatto di Beta partendo dal differenziale %CA tra i 2 gruppi; l'effetto è in gran parte ridimensionato dai valori della deviazione standard di Alfa, poiché tutte le valutazioni si attestano intorno alla soglia di 0,5/0,6, un valore moderato e significativo ma non elevato. Se ne deduce che questo possa accadere per la dispersione dei dati nel gruppo ALFA il cui trattamento è comunque sconsigliato per entrambi i sottogruppi di studenti e che Beta è in grado di apportare contributi mediamente importanti indifferentemente per studenti di età dagli 11 ai 14 anni.

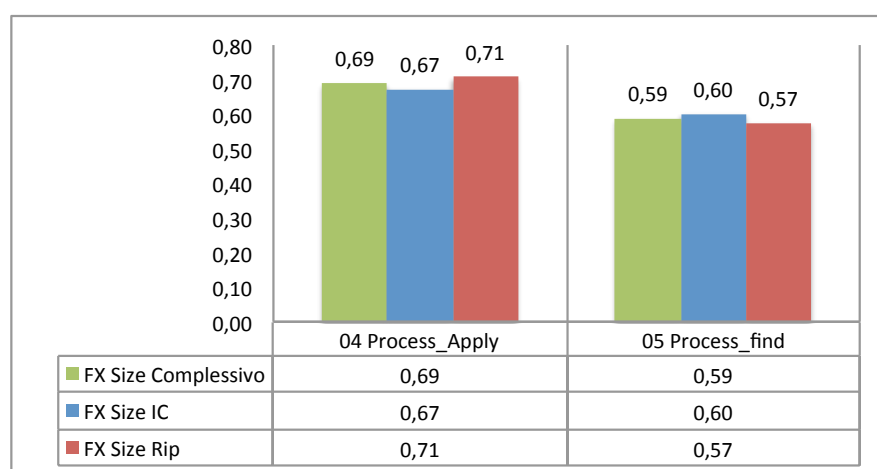


Figura 4-40 Exp.2 - Effect size dopo una settimana per obiettivi di risoluzione di problemi

4.2.7 Analisi dell'esperienza utente (UX) per le due condizioni di apprendimento

Ipotesi: si crede che sia la condizione di isolamento del setting che la preferenza naturale manifestata dagli studenti per attività che richiedono l'uso di XO rispetto alle tradizionali didattiche porti a livelli generalmente più elevati per la CS Beta. Più in dettaglio:

Percezione di autoefficacia PRIMA dell'intervento istruttivo (Autoefficacia - PRE): dovrebbe rimanere identica per entrambe le condizioni a conferma dell'allineamento degli studenti rispetto alle tematiche oggetto di test.

Percezione di autoefficacia DOPO la fase istruttiva (Autoefficacia - POST): in virtù dell'applicazione di tutti i principi di Multimedia Learning/CL Design è altamente probabile un maggior senso di efficacia per il gruppo Beta.

Usabilità del materiale didattico: non si dovrebbero registrare differenze importanti; possibile una differenza a favore di Beta per i Ripetenti (Rip) per la presenza di maggiore *guidance* e frammentazione del materiale in chunk direttamente gestibili.

Chiarezza espositiva: non si dovrebbero registrare differenze importanti dato che a parte la *dimostrazione* con animazioni non esistono differenze nè per la comunicazione verbale nè per i diagrammi.

Motivazione Intrinseca: è possibile registrare livelli più alti per Beta in entrambi i sottogruppi per una naturale simpatia suscitata dal personaggio e soprattutto per la possibilità di misurarsi senza mediazioni o imposizioni di un adulto con l'interesse e la piacevolezza intrinseca della materia.

Soddisfazione (estetica/engagement): la presenza di un tutor animato, di dimostrazioni dinamiche attraenti e del sottofondo musicale che indirizza l'attenzione, dovrebbero aumentare la soddisfazione estetica e incentivare l'*engagement* per il gruppo Beta.

Risultati del questionario qualitativo UX

Come per il precedente esperimento si presenteranno una visualizzazione dei risultati del test più tradizionale - ad istogramma e una modalità radiale in cui vengono rappresentate le dimensioni di Autoefficacia (prima e dopo l'esperienza), la Motivazione, la Chiarezza espositiva, l'Usabilità (intesa come semplicità di fruizione), la Soddisfazione durante il momento di apprendimento. Si può subito notare come le barre dell'istogramma riportino valori più alti (pertanto positivi) in ogni dimensione per il gruppo Beta. Il diagramma radiale invece ci mostra come, a conferma delle ipotesi di ricerca, per entrambi i gruppi ci siano valori analoghi per il senso di autoefficacia pre-trattamento e un consenso condiviso per la qualità dei materiali (usabilità e chiarezza). L'area descritta dal poligono in ALFA risulta sottodimensionata di 0,5 / 0,8 punti per quanto riguarda gli aspetti più propriamente di "esperienza" ovvero la motivazione all'apprendimento, la soddisfazione/engagement e l'autoefficacia post trattamento, indicando una preferenza evidente degli studenti per il trattamento sperimentale.

Per gli studenti *In Corso (IC)* pare che i due poligoni siano sovrapponibili suggerendo un gradimento elevato per entrambe le proposte (soddisfazione >4) indicando che esiste per questo tipo di soggetti una valutazione molto positiva per le proposte di studio autonomo a prescindere dal tipo di materiale usato. Risulta però evidente come per loro la motivazione (+0,7) e il senso di autoefficacia dopo il trattamento (+0,6) siano incentivate dall'uso individuale dell'XO in Beta.

Per il sottogruppo dei *Ripetenti (Rip)* l'intero spettro dei valori risulta essere più basso in ALFA rispetto agli istogrammi precedenti ma dall'analisi dei poligoni emergono differenze importanti sempre in ALFA per le aree più critiche come la motivazione (-0,8) e la soddisfazione (-0,9). Importanti differenze si riscontrano anche nel senso di autoefficacia-post (-0,8). I dati confermano una preferenza significativa per la condizione Beta che abbinata alle performance migliori che si possono raggiungere nelle prove oggettive conferisce solidità a una possibile scelta di questa opzione didattica.

Domanda.: 4.1 Quale è la CS migliore per le sei dimensioni della User Experience?

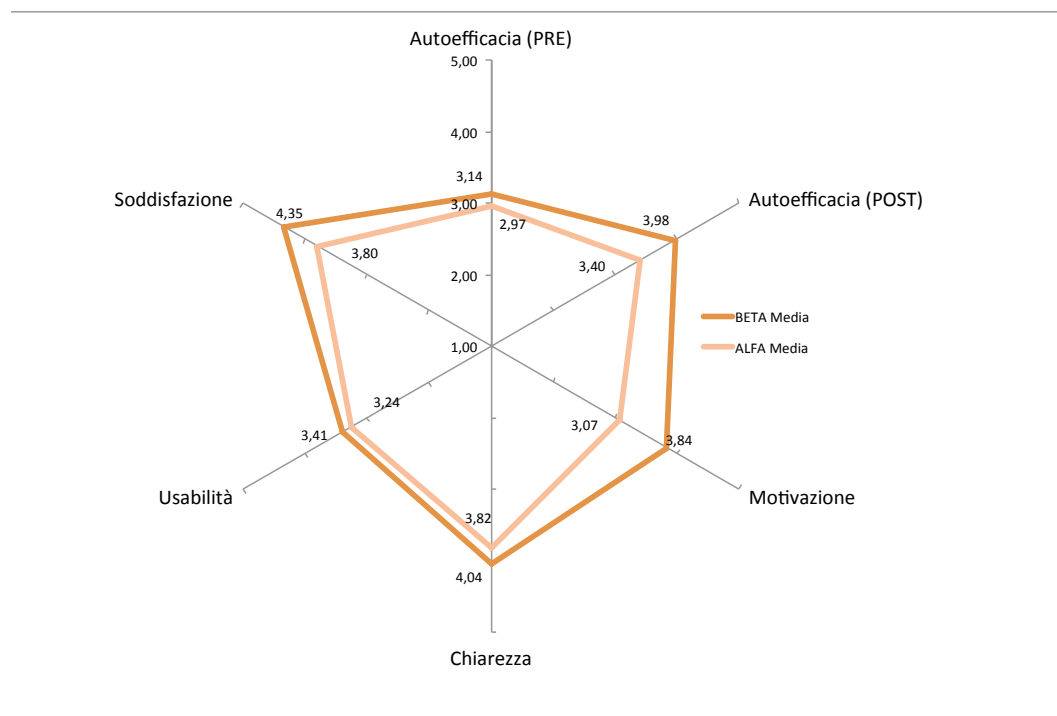
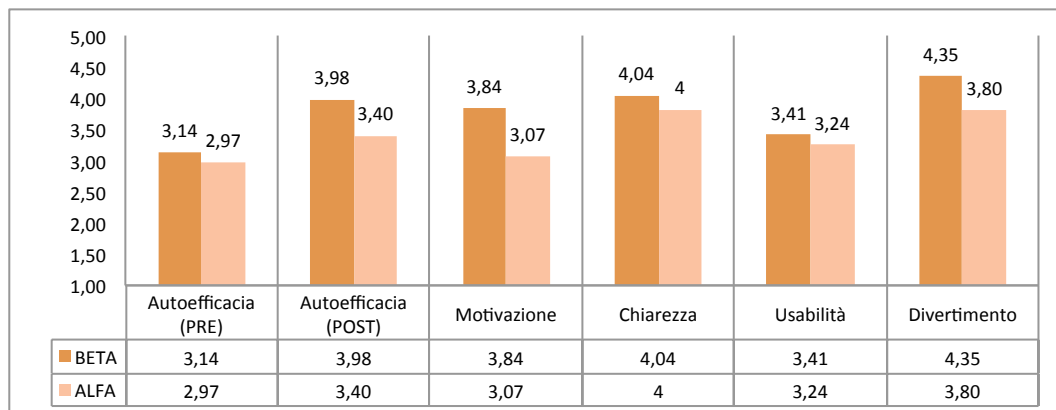


Figura 4-41 Exp.2 : Istogramma e diagramma radiale dell'UX

Domanda.: 4.2 Quale è la CS migliore per le sei dimensioni del UX per gli studenti In Corso (IC)?

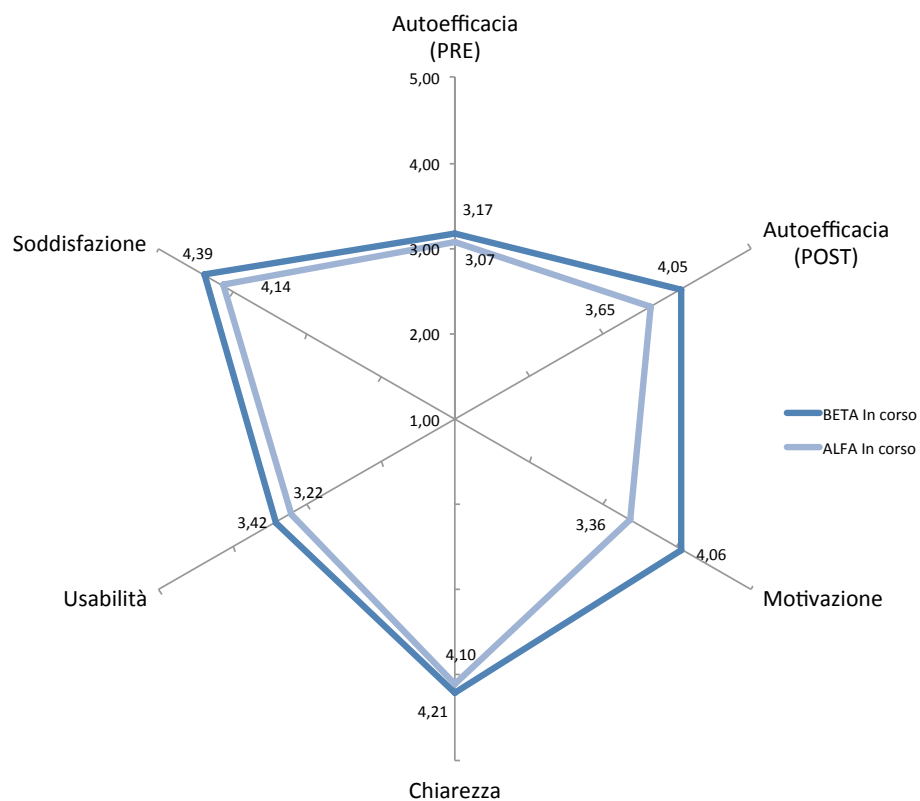
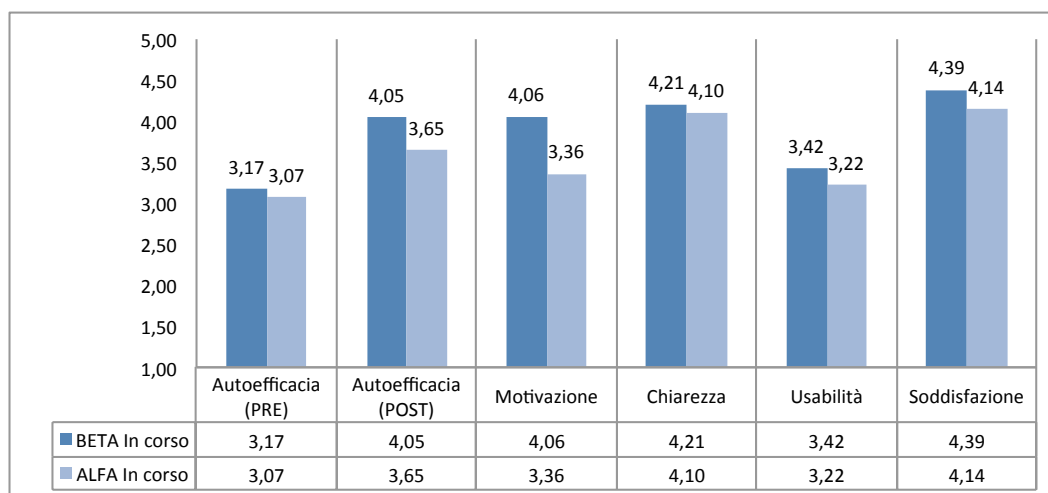


Figura 4-42 Exp.2 : Istogramma e diagramma radiale dell'UX per il sottogruppo In Corso (IC)

Domanda.: 4.3 Quale è la CS migliore per le sei dimensioni dell'UX per i Ripetenti (Rip)?

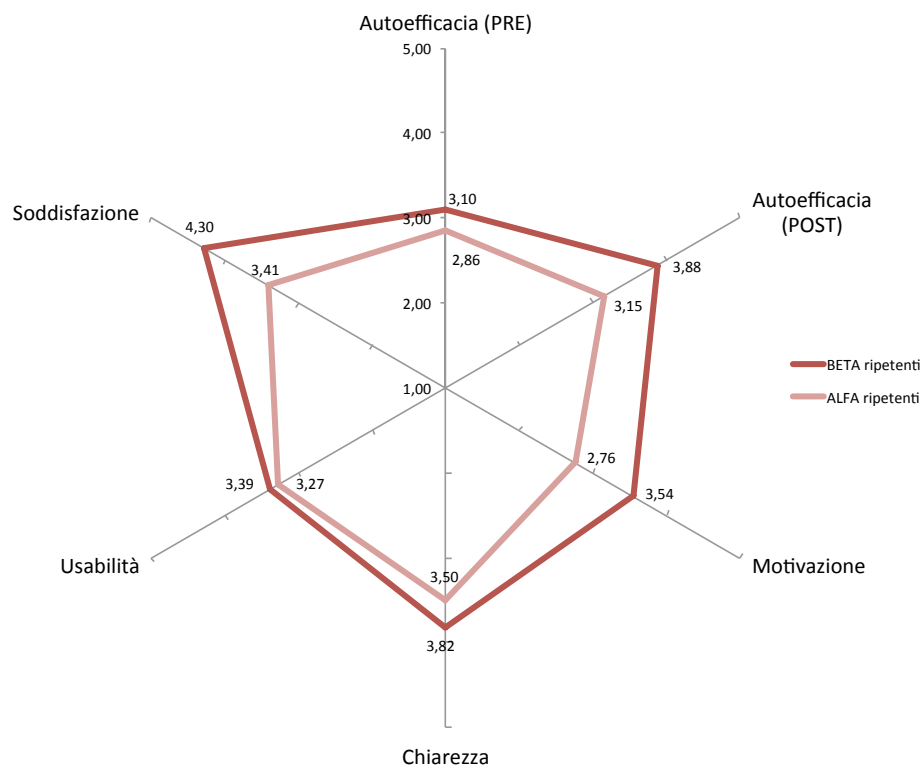
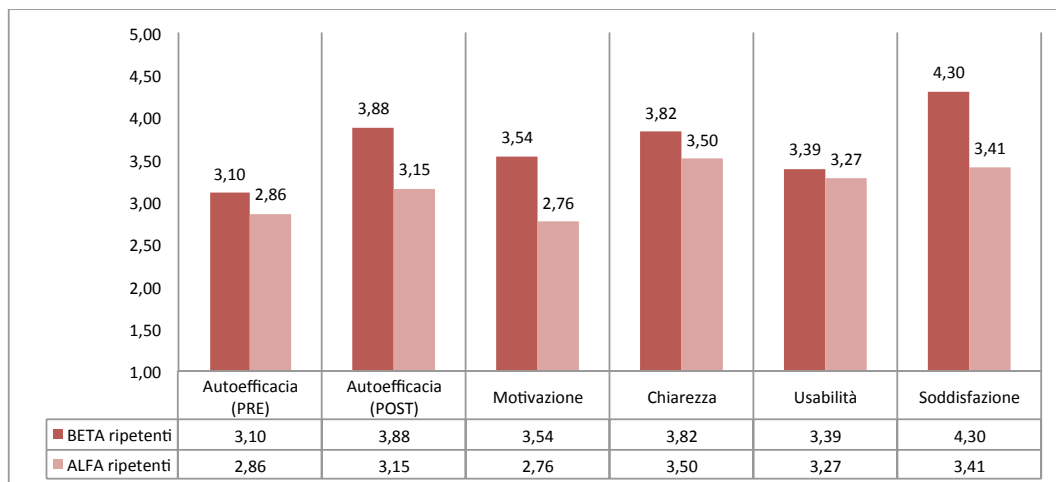


Figura 4-43 Exp. 2 : Istogramma e diagramma radiale dell'UX per il sottogruppo Ripetenti

4.3 EXP.3 strategie di Multimedia Learning Design (MLD) in aula: efficacia e UX di una dispensa digitale in autonomia VS lezione euristica guidata dal maestro

Tabella 4-10 EXP.3 strategie di Multimedia Learning Design (MLD) in aula: efficacia e UX di una dispensa digitale in autonomia VS lezione euristica guidata dal maestro

1. learning setting			
	Variabili	Beta (set a/ lo2) gr. Sperimentale	Eta (set c/ lo4) gr. Controllo
1.1	Tipologia	Set-a autoapprendimento	Set-c app.eteroguidato
1.1.1	Learning support	Nessuno	Basso - maestro+classe
1.1.2	Isolamento	Alto	Nessuno
1.1.3	Disturbo ambientale	Basso	Medio
2. Learning object: tipologia			
2	Tipologia lo	Lo2-multimedia passo-passo	Lo4-presentazione ppt
2.1 learning object: variabili instructional design			
2.1.1	Strategia di presentazione	Topic centered	Topic centered
2.1.2	Formato di istruzione	Tutoriale in autoistruzione	Lezione euristica
2.1.3	Merrill's principles	Demonstration (animazioni)	Activation (prompt)
2.2 learning object: multimedia learning design			
2.2.1	Multimedialita' (livello)	Medio	Elevato
2.2.2	Information display (livello complessita')	Elevato -passo passo+animazione	Medio-passo-passo
2.2.3	MI/cl principles: riduzione cl estraneo	Coherence Signaling Redundancy Spatial contiguity Temporal contiguity	Coherence Signaling Spatial contiguity Temporal contiguity
2.2.4	MI/cl principles: gestione cl intrinseco	Segmenting Sequencing Pacing	Segmenting Sequencing Pre-training Modality
2.2.5	MI/cl principles: rinforzo cl pertinente	Multimedia Personalization Voice Image Varied context examples	Multimedia Personalization Voice Image Varied context examples
2.3 learning object: interaction design			
2.3.1	Supporto fisico dei contenuti	Carta	Videoproiezione
2.3.2	Interazione con il virtual tutor	Nessuno	Nessuno
2.3.4	Controllo sul contenuto (livello)	Medio	Basso
2.3.5	Interattività del materiale e dell'interfaccia (livello)	Basso	Basso

4.3.1 Descrizione dell'esperimento

In questo terzo esperimento si vuole comparare l'efficacia per l'apprendimento e i possibili miglioramenti in termini di User Experience del trattamento sperimentale Beta con gli effetti di una lezione tradizionale condotta da un insegnante coadiuvato da una proiezione di slide *powerpoint*.

La motivazione principale di questa sperimentazione risiede nella necessità di materiali didattici adeguati per supportare la didattica introdotta con il modello 1:1 segnalata dagli insegnanti stessi. Questi segnalano altresì la necessità di liberare tempo per la gestione di attività laboratoriali in aula anche con l'uso di XO e che questo tipo di attività notoriamente necessitano di risorse per la progettazione e per la realizzazione in aula. Scopo dell'esperimento è verificare se le attività di lezione frontale supportate da multimedia possono essere parzialmente o totalmente sostituite da tutorial digitali ben progettati e da utilizzare in autoistruzione.

Come si può vedere in tabella ciò che principalmente varia tra le due condizioni di apprendimento è il *Learning Setting*: in Beta si chiede infatti agli studenti di governare il processo di acquisizione delle conoscenze e di integrarle con gli schemi mentali presenti nella loro memoria a lungo termine senza l'aiuto di nessun supporto di guida che non sia quello intrinseco al materiale didattico in uso. LO2 infatti, pur applicando tutti i principi di ML/CL design, non fornisce feedback formativi di nessun genere e viene lasciata allo studente la regolazione della metacognizione durante l'esperienza di studio decidendo di volta in volta se rivedere le spiegazioni del tutor virtuale.

Il setting in Eta invece è collocabile all'opposto di un possibile spettro didattico: è il docente che guida la presentazione regolando il ritmo di progressione (*no self-directed pacing*), verificando se la classe è "mediamente" in grado di seguire e comprendere i concetti presentati e provocando gli studenti affinché rievochino le conoscenze già in loro possesso.

Il grado di isolamento offerto dalle cuffie che sono state fornite dovrebbe drasticamente ridurre il grado di disturbo ambientale (- CCE) e migliorare il potenziale di concentrazione per lo studio individuale finalizzato alla costruzione

di solidi schemi mentali (+CCP).

Per quanto riguarda i contenuti, in entrambi i materiali sono stati applicati i criteri di *segmenting e sequencing* al fine di controllare il *Carico Cognitivo Intrinseco (+CCI)* dei contenuti presentati. Ricordiamo che entrambi i LO contengono gli stessi schemi e gli stessi testi ma sono state modificate alcune variabili di progettazione multimediale, ad esempio arricchendo L02 con alcune animazioni di riepilogo (*principio di dimostrazione*) che visualizzano come si svolgano in natura i rapporti di nutrizione nella catena alimentare. Si sono altresì sostituiti la maggior parte dei testi con una traccia audio che dà vita al tutor virtuale anche se la sua attivazione è gestita dai soggetti (*self directed pacing*). Si tratta dell'applicazione del già citato *modality principle* della teoria cognitiva dell'apprendimento multimediale, secondo il quale la presentazione delle informazioni in formato audio associato alla contestuale (*temporal contiguity principle*) rappresentazione grafica è superiore in efficacia rispetto all'uso combinato di testo scritto e schematizzazione iconica.

In Eta invece si applica il *pre-training principle* attraverso metodiche euristiche finalizzate a rievocare il lessico e i concetti di base già in possesso degli studenti usando esempi e controesempi di vita quotidiana. Con queste azioni si mira a semplificare la creazione degli schemi mentali liberando risorse a favore del CCP e regolando il CCI.

Importante infine la differenza tra le due condizioni legata al *redundancy principle* in virtù del quale i discenti imparano meglio da animazioni e narrazioni parlate, piuttosto che da animazioni, narrazioni parlate e testo scritto se le informazioni visive sono presentate insieme alle informazioni verbali; In Beta questo criterio viene rispettato mentre in Eta abbiamo una duplicazione dell'informazione (anche se "sincronizzata" dalla classe) dovuta all'applicazione di una tecnica espositiva molto in uso nella scuola primaria che è la lettura corale ad alta voce del testo scritto alla lavagna e in questo caso video-proiettato.

Il *design dell'interazione* si è limitato in entrambi i casi all'avanzamento della presentazione: in un caso, con L02 lo studente assumeva il controllo del tutor virtuale tramite l'interfaccia digitale gestendo di fatto la riproduzione/ripetizione dei contenuti audio/video; in Eta invece è sempre e solo il docente a regolare ritmo

e ripetizione in base alla propria sensibilità tarata sulla "comprensione media" che percepisce dai feedback della classe durante la conduzione dell'intervento formativo.

4.3.2 Osservazioni durante la sperimentazione

Ai maestri è stato chiesto di intervenire per limitare il disturbo in aula esattamente come avrebbero fatto in nostra assenza. E' emerso immediatamente quanto i due setting di studio fossero profondamente differenziati proprio dalla possibilità di isolamento offerta dal tutorial digitale fruito attraverso il kit-cuffie anche se il docente è sempre riuscito a limitare il rumore in aula con interventi diretti su singoli "disturbatori" o su piccoli gruppi che spontaneamente si distraevano o perdevano l'attenzione rispetto alla presentazione. Emerge chiaramente come l'isolamento risponda efficacemente nella realtà educativa alla necessità di limitare le interazioni non formative durante le attività.

Per quanto riguarda Eta, importante è stato l'impegno per la standardizzazione dello stile erogativo da parte dei tre insegnanti ai quali si chiedeva da un lato di usare tutta la loro esperienza e sensibilità per intercettare possibili incomprensioni relative ai concetti presentati e al tempo stesso per gestire la concentrazione degli studenti adeguando il tono, il volume e le modalità dell'intervento.

Come si è detto, per minimizzare le differenze di conduzione ed aumentare l'efficacia della lezione euristica ero personalmente presente per

- Correggere eventuali comunicazioni non corrispondenti allo script previsto
- Suggestire una variazione del ritmo in base ai tempi di esposizione concordati (30/35 minuti)
- Integrare con esempi e controesempi e sottolineando i concetti centrali
- Segnalare casi di incomprensione e necessità di ripetizione
- Supportare in caso di malfunzionamenti delle tecnologie adottate (pc+videoproiettore)

4.3.3 Composizione del campione

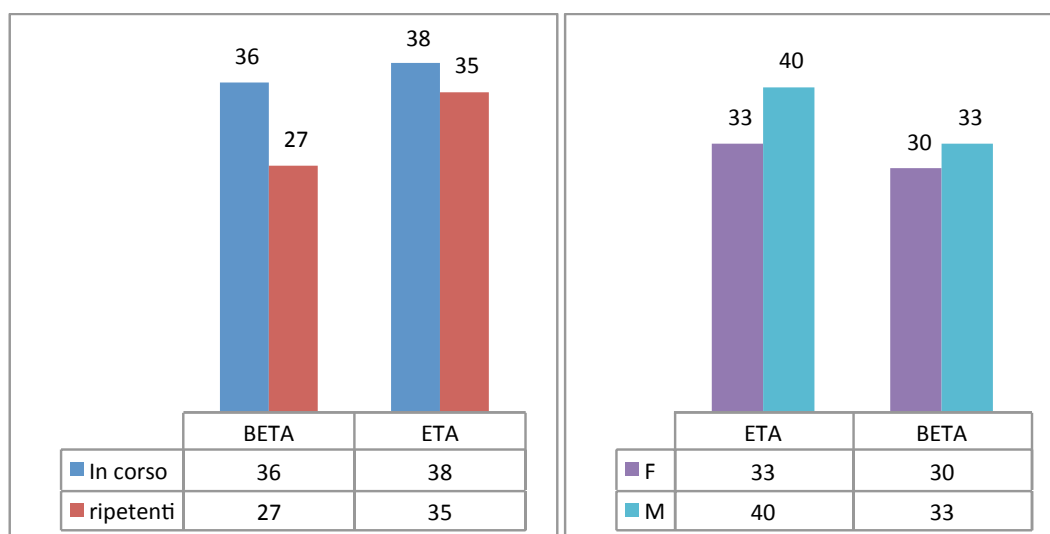


Figura 4-44 Exp.3 Composizione del campione

4.3.4 Efficacia del trattamento sperimentale sulle performance di apprendimento

Ipotesi: si suppone che il trattamento sperimentale fornisca delle condizioni di apprendimento equiparabili all'istruzione guidata dall'insegnate. Tale ipotesi si basa sul fatto che la condizione BETA grazie al setting isolato e alle caratteristiche dell'oggetto è in grado di

- Minimizzare il CCE tramite l'isolamento
- Massimizzare il CCI con il controllo diretto sul contenuto
- Massimizzare il CCP grazie alle dimostrazioni presenti nelle animazioni

Beta pertanto potrebbe replicare la qualità della guida di un adulto riducendo le variabili negative del setting d'aula (si ricorda il contesto critico della classe) permettendo agli studenti meno dotati di seguire il proprio ritmo piuttosto che quello "medio" medio della classe (*self-directed pacing*).

Anova Test

Tabella 4-11 Exp.3 Anova per i 4 test

Exp3	COMPL, %	RET-T	COMP-T	PS-T
Beta/Eta	0,05777	0,3684	0,009552	0,2046

L'anova test fornisce risultati assai differenti rispetto ai due esperimenti precedenti conferendo significatività dei risultati solo per il *Comp-T* e per la valutazione

percentuale complessiva ma con un valore di p abbastanza alto ($= 0,05777$ e $>0,05$) tale da farci prendere in considerazione le medie solo se affiancate ad una valutazione dell'effect size. In tutti gli altri test $p>0,1$ e ciò significa che non esiste alcuna differenza staticamente significativa tra i risultati ottenuti dai due gruppi. Per quanto concerne il *Comprehension test* ($p=0,0095$) procederemo con un'analisi dettagliata ma si è scelto per le altre prove di condensare i livelli di analisi più profondi in blocchi di sintesi piuttosto che dilungarsi in una poco agevole dissertazione passo-passo.

Rispetto alle ipotesi di partenza troviamo inaspettatamente alti i livelli di performance dei soggetti che hanno studiato in autonomia.

Considerando la valutazione complessiva abbiamo valori più elevati del 10%% in Beta senza particolari differenze tra i sottogruppi.

Per quanto concerne il test di *retention* i risultati sono praticamente identici in termini di valori assoluti e delta percentuali a ETA.

La significatività alta ci fa propendere ancor prima della valutazione di effect size a sottolineare la superiorità di Beta per il raggiungimento di obiettivi di comprensione (+20%CA) con differenze anche importanti e inaspettate tra gli studenti In Corso (IC)(+24%CA) e i Ripetenti (Rip) (+13%CA).

Domanda 1.1: Quale è la condizione di apprendimento che supporta migliori performance rispetto a compiti di retention, comprehension e problem solving (% CA/TOT)? ALFA/ETA)?

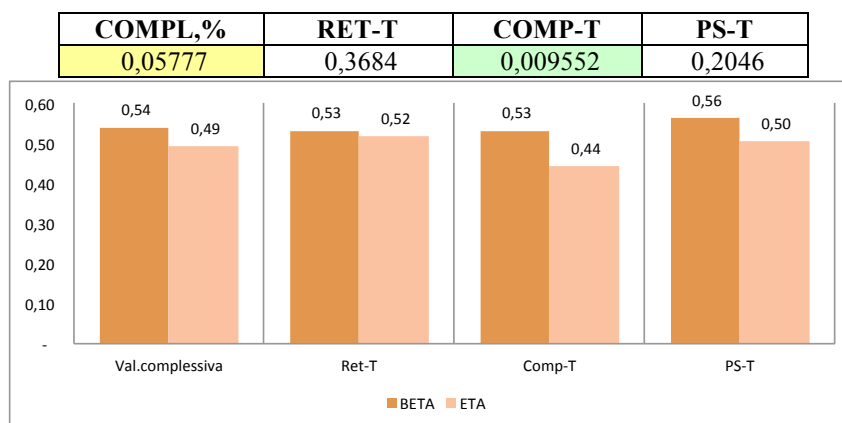


Figura 4-45 Exp.3 - Medie ottenute nei 4 test di valutazione e p value per ogni test

Domanda 1.2: per ogni test quanto è la differenza di performance (differenza % CA)?

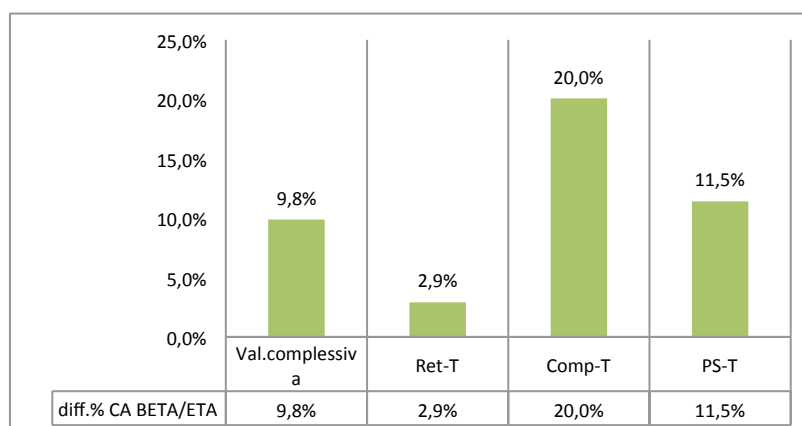


Figura 4-46 Exp.3: Differenza di risposte corrette tra i due gruppi espressa in percentuale

Domanda 1.3: Come è ripartita questa differenza di risposte corrette tra studenti “In corso (IC)” e “Ripetenti”?

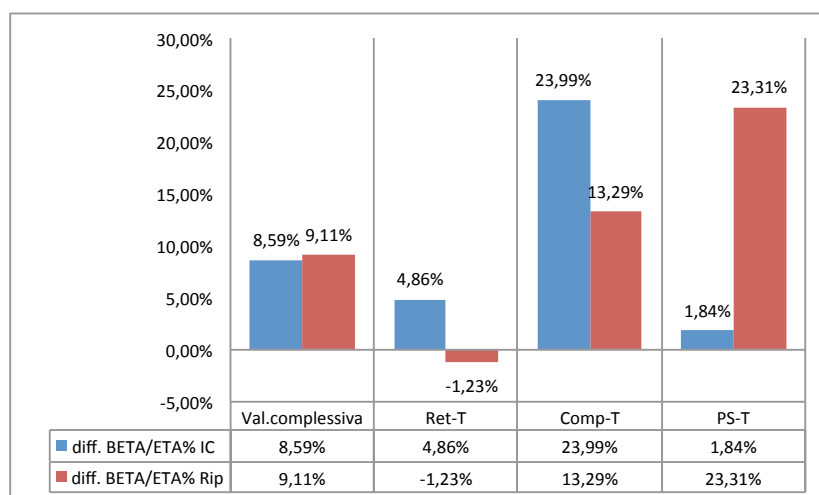


Figura 4-47 Exp.3: Differenza di CA tra i due gruppi e tra In corso (IC) e Ripetenti (Rip)

La differenza di risposte corrette in PS-T lascia pensare che la dispersione dei dati sia molto elevata e sarebbe opportuno rifare l'anova test differenziando tra i sottogruppi In Corso (IC) e Ripetenti (Rip) dato che per obiettivi di alto livello Beta sembrerebbe avvantaggiare di molto il gruppo Beta.

Domanda 1.4: Quanto è forte l'effect size rispetto a tipologia di test (Effect Size BETA/ALFA

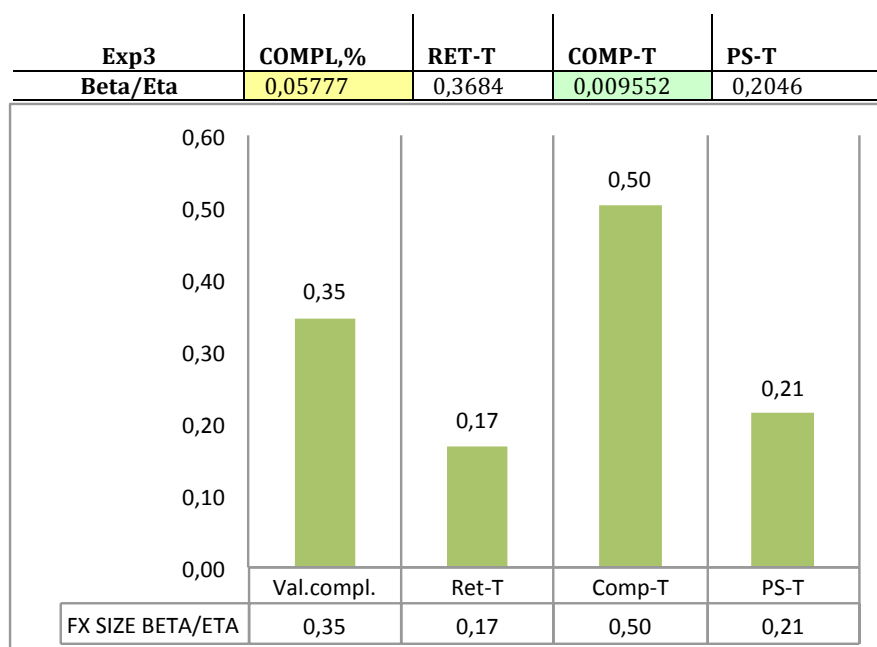


Figura 4-48 Exp.3: l'effect size rispetto a tipologia di test e p value

Domanda 1.5: Ci sono differenze significative in termini di effect size tra i sottogruppi “In corso (IC)” e “Ripetenti” (Effect Size BETA VS ALFA)?

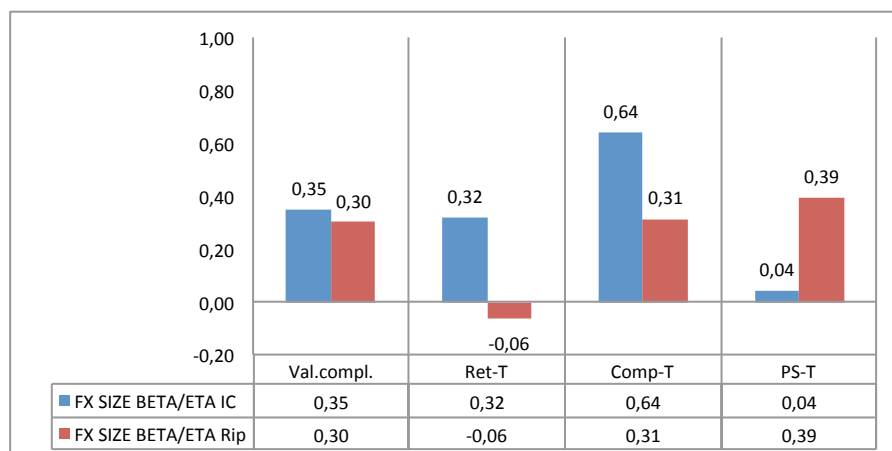


Figura 4-49 Exp.3 - differenze di effect size tra i sottogruppi “In corso (IC)” e “Ripetenti”

Per dare un maggiore fondamento a questa valutazione abbiamo calcolato la forza dell’effetto del trattamento Beta; tale analisi conferma la validità delle medie dello scarto CA% con valori di FX medio-bassi (0,35) nella valutazione complessiva e un moderato 0,50 nel Comp-T. Procedendo con un ulteriore livello di studio dell’effect size per i due sottogruppi scopriamo che contrariamente alle ipotesi iniziali l’effetto positivo più elevato si ha per gli *In Corso (IC)*. Tale risultato in parte contraddice il cosiddetto *effetto inverso dell’expertise* sul quale abbiamo fondato le ipotesi e per il quale “*I metodi didattici che aiutano l’apprendimento dei novizi possono avere un effetto negativo sull’apprendimento degli esperti*” (Kalyuga et al.,2003).

4.3.5 Efficacia trattamento sperimentale per il raggiungimento degli obiettivi didattici

Ipotesi: l’ipotesi guida relativa al raggiungimento degli obiettivi didattici è di una sostanziale equivalenza tra i due metodi utilizzati in quanto ad efficacia formativa. Si ritiene pertanto che l’osservazione dei principi di apprendimento multimediale allinei le probabilità che i due gruppi dell’esperimento raggiungano performance simili per apprendere concetti e processi, per la loro applicazione e per la capacità di derivare schemi astratti a partire dalle informazioni acquisite.

Anova test: l'analisi della varianza ci dice da un lato che la significatività del comprehension test è confermata da O3 ($p=0,01$) e non dai valori di performance per il ricordo dei concetti in O2. Inoltre l'alto valore di p in PS-T è in realtà imputabile principalmente alla parte del test relativa ad O4 ($p=0,8$).

Tabella 4-12 Exp.3 – Anova test per obiettivi didattici

Exp 3	O1	O2	O3	O4	O5
Beta/Eta	0,7395	0,213	0,01081	0,7934	0,07498

Diversa è la valutazione da riservare a O5: l'obiettivo prevede che i ragazzi abbiano compreso i concetti espressi e che si siano formati uno schema abbastanza preciso dei livelli trofici e della catena alimentare per poterne derivare uno schema astratto funzionale. Il valore di p in O5 è 0,07: superiore a 0,5 ma <1 pertanto sono propenso a considerare almeno parzialmente i valori delle medie in O5 e l'effect size del trattamento Beta in questa misura critica e di alto livello perché indice dell'apprendimento dei nessi causali nelle catene alimentari. Beta infatti pare che rinforzi le capacità di comprensione e astrazione in misura considerevole portando ai seguenti risultati:

- +19,5%CA in O3 (applicazione di concetti)
- +24,9% in O5 (astrazione e derivazione di un nuovo modello di rappresentazione della catena alimentare e di tutte le relazioni alimentari)

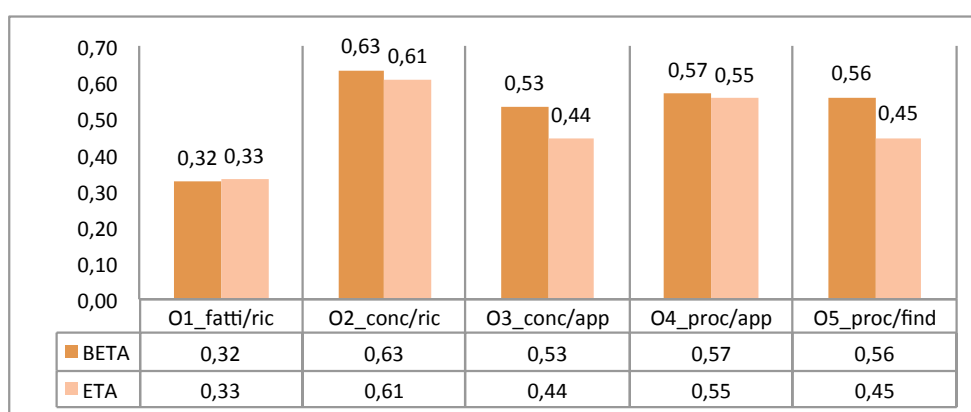


Figura 4-50 Exp.3 – Medie per i singoli obiettivi didattici

Queste valutazioni sono valide anche se si presentano fortemente differenziate tra Ripetenti (Rip) e gli studenti In Corso (IC).

Domanda.: 2.2 Per ogni obiettivo qual è la differenza di risposte corrette del gruppo sperimentale Vs il gruppo di controllo? (differenza % CA)

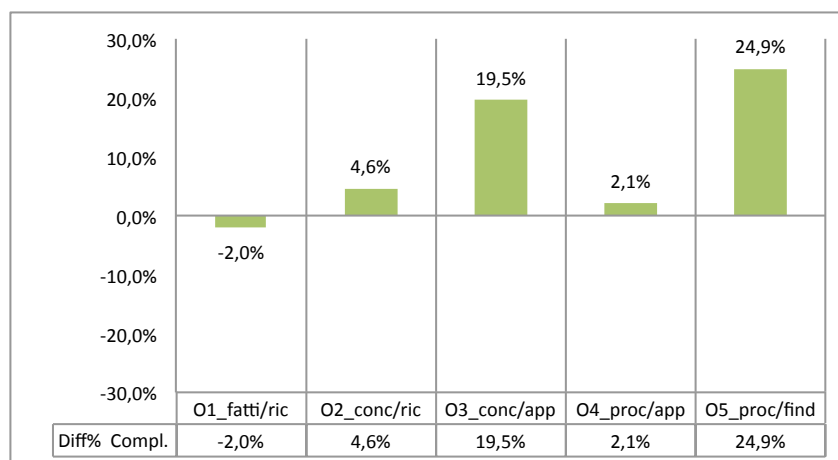


Figura 4-51 Exp.3 –Differenze CA% per i singoli obiettivi didattici

Domanda.: 2.3 Per ogni obiettivo didattico come è ripartita questa differenza di risposte corrette tra studenti “In corso (IC)” e “Ripetenti”?

In O3 abbiamo + 23,1%CA per gli studenti IC e +13,3%CA per i Rip che evidenzia un vantaggio in termini di comprensione per gli studenti In Corso (IC) anche se positivo per entrambi. In O5 (fig. 4.52) abbiamo + 2,8%CA per gli studenti IC e +67%CA per i Rip; un' indicazione estremamente importante della forza dell'effetto per gli studenti con meno capacità. *Questo sottolinea che l'effetto inverso rispetto alla expertise avviene solo per certi tipi di compiti e in questo caso gli studenti più dotati non sono mai penalizzati.*

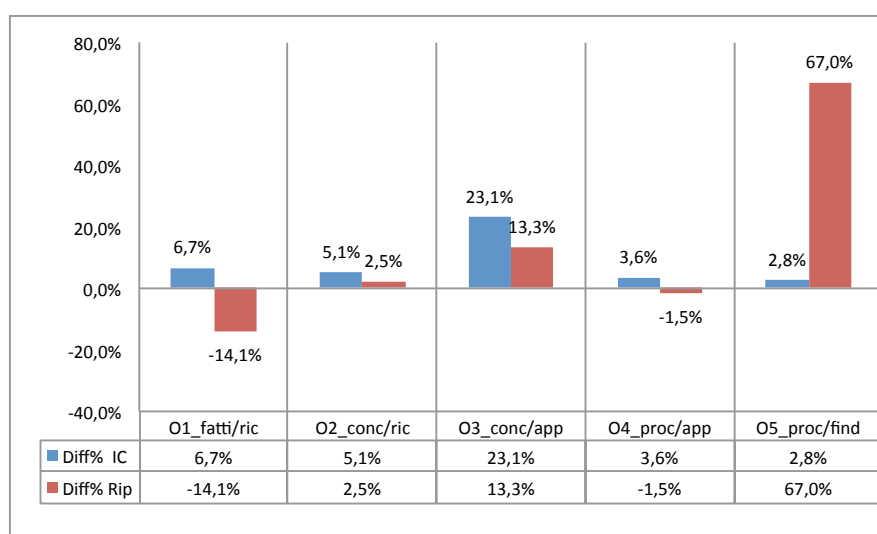


Figura 4-52 Exp.3 –Differenze CA% per obiettivi didattici e per sottogruppi

Domanda.: 2.4: Per ogni obiettivo didattico quanto è forte l'effect size (Effect Size ALFA/ETA)?

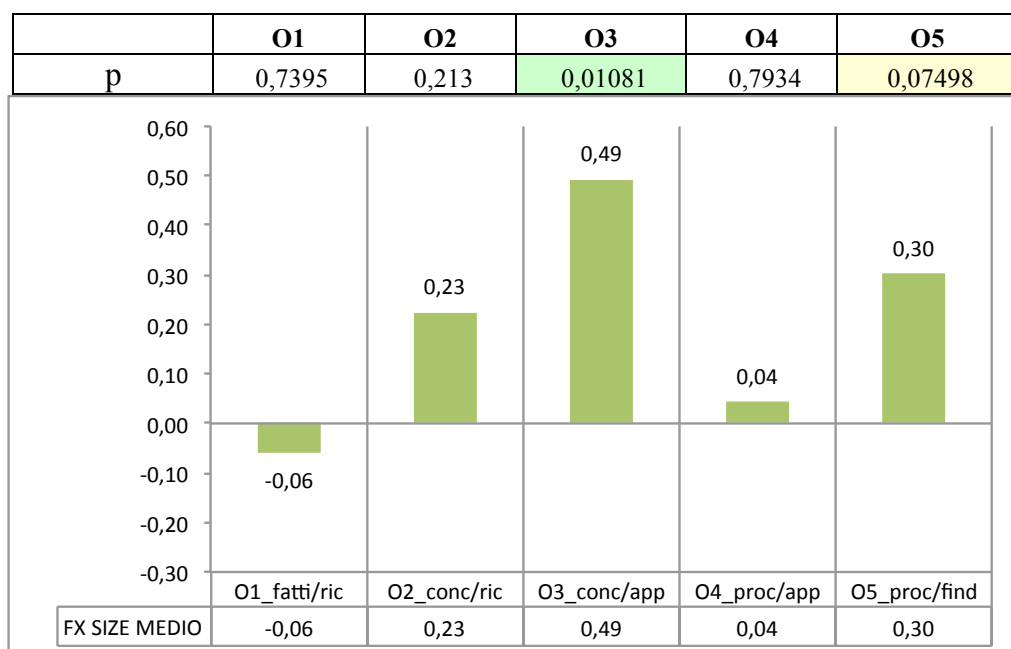


Figura 4-53 Exp.3 – Effect size per obiettivo didattico e p value

Domanda.: 2.5 Per ogni obiettivo didattico ci sono differenze significative in termini di effect size tra i sottogruppi “In corso (IC)” e “Ripetenti” (Effect Size ALFA/ETA)

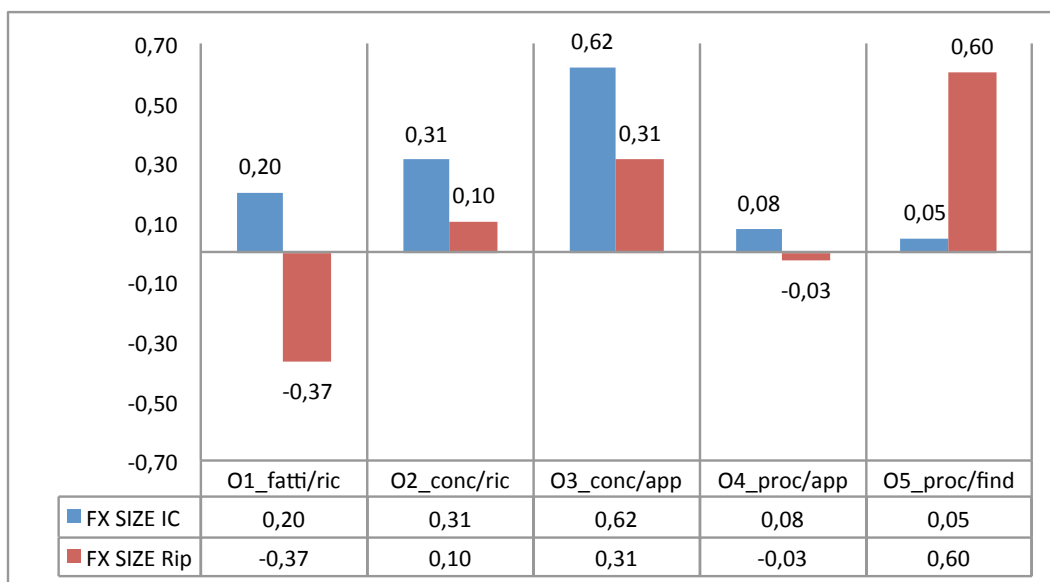


Figura 4-54 –Exp.3 – Effect size per obiettivo didattico e per sottogruppi

Il calcolo di effect size (fig. 4.53) ci conferma livelli interessanti in O3 con 0,62 per gli In Corso (IC) e in O5 con 0,61 per i Ripetenti (Rip). Si può affermare che Beta porti a risultati più performanti per svolgere task relativi all'applicazione di concetti (classificazione = precursore per il problem solving) negli studenti più

esperti e che aiuti i meno dotati per i compiti di astrazione usando tali concetti come elementi di uno schema di sintesi coerente.

4.3.6 Efficacia trattamento sperimentale sulle capacità di problem solving dopo 7 giorni (DPS-T)

L'analisi della varianza per quanto riguarda il Problem Solving Test dopo una settimana ci indica la totale assenza di significatività sia nella misura complessiva (DPS-T) che a livello dei singoli obiettivi didattici. Si riportano pertanto i grafici delle performance solo per completezza.

Tabella 4-13 Anova test per obiettivi PS-T / DPS-T

EXP3	PS-T	O4	O5	DPS-T	O4_7gg	O5_7gg
BETA/ETA	0,2046	0,7934	0,07498	0,264	0,6292	0,1902

Possiamo dire che non esiste alcuna evidenza sperimentale di un possibile effetto positivo del trattamento Beta per le capacità di problem solving a una settimana di distanza. Per completezza riportiamo la serie di grafici relativi al confronto di performance prima e dopo una settimana. Ciò nonostante essendoci una variazione di risposte esatte tra il 40 e il 60% (fig.4.55) a favore del gruppo sperimentale e essendo i valori di effect size (fig.4.66) molto marcati – tra +0,6 e +1, sono necessari ulteriori approfondimenti come il test di Kruskal Wallis e l'anova differenziata per *In Corso (IC)* e *Ripetenti (Rip)*.

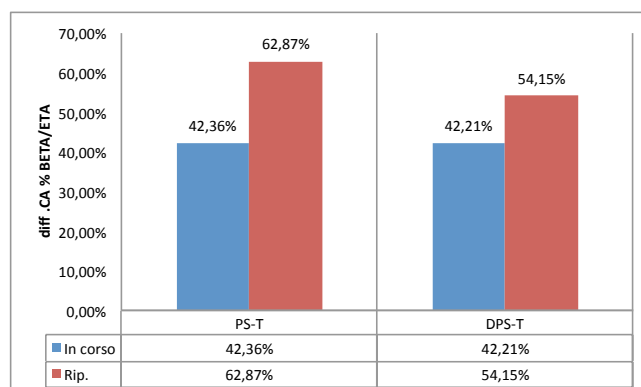


Figura 4-55 Exp.3 - DPS-T:differenza di risposte corrette BETA/ETA dopo una settimana

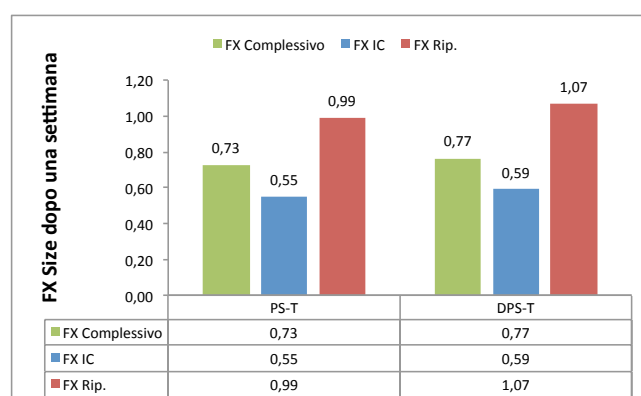


Figura 4-56 Exp.3 - DPS-T: effect size complessivo, In Corso (IC) e Ripetenti (Rip) dopo una settimana

Tabella 4-14 Exp.3 Anova test per obiettivi di PS dopo 7gg

<i>p</i> in O4_7gg	<i>p</i> in O5_7gg
0,6292	0,1902

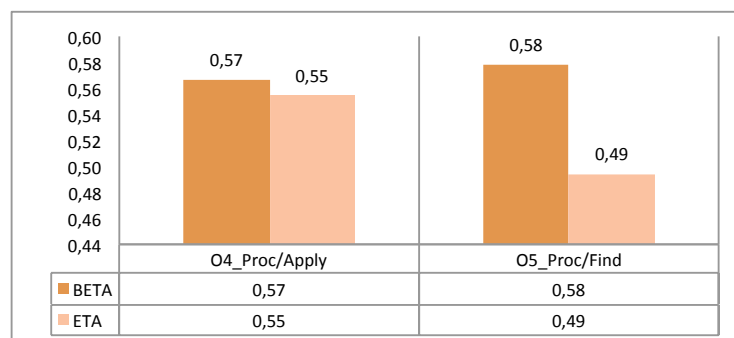


Figura 4-57 Exp.3 - DPS-T: medie risposte corrette BETA/ETA dopo una settimana

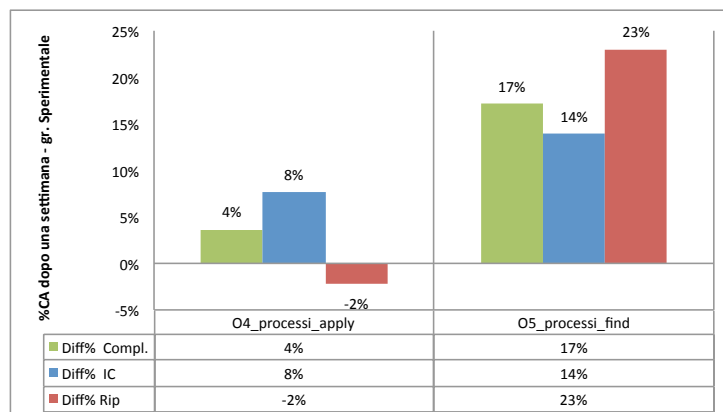


Figura 4-58 Exp.3 - DPS-T:differenza di risposte corrette BETA/ETA dopo una settimana

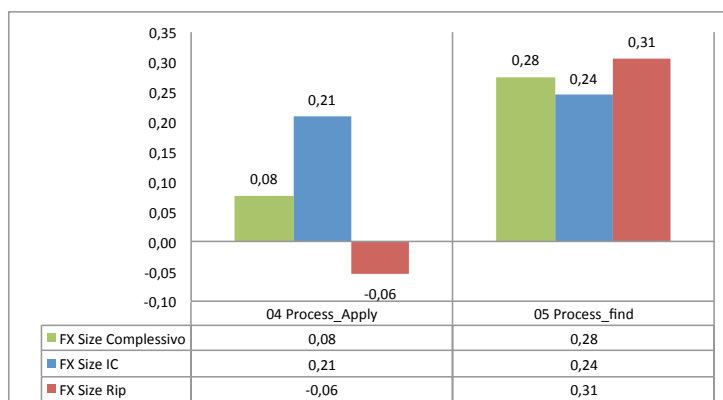


Figura 4-59 Exp.3 - DPS-T: effect size complessivo BETA/ETA, In Corso (IC) e Ripetenti (Rip) dopo una settimana

4.3.7 Analisi dell'esperienza utente (UX) per le due condizioni di apprendimento

Ipotesi: si vuole confrontare la valutazione dell'esperienza di studio in due condizioni per certi aspetti piuttosto simili. Sia in Beta che in Eta si tratta di una modalità didattica trasmissiva in cui l'esposizione dei contenuti viene demandata ad un tutor digitale in Beta e al maestro in presenza in Eta. Le differenze di setting sono evidenti: da un lato il singolo individuo isolato che si concentra nel recepire informazioni, concetti, schemi di processi, dall'altro lato abbiamo una situazione familiare con il soggetto nel proprio contesto classe con il proprio maestro che passo-passo "trasmette". *E' il "locus of control" dell'apprendimento che cambia: in Beta è lo studente a dover accorgersi della necessità di rallentare il ritmo, rivedere singole parti ed eventualmente ripartire per una secondo ascolto da capo.* Nel caso di Eta invece la gestione metacognitiva del processo di acquisizione dell'informazione e della formazione degli schemi mentali è quasi integralmente demandata al docente che deve interpretare i segnali continui degli studenti per regolare l'esposizione e contestualmente gestire l'aspetto disciplinare che in un contesto critico lo costringe a continue interruzioni e riprese. Partendo dalle informazioni ricavate dall'indagine preliminare attraverso le interviste in profondità posso affermare che gli studenti hanno una preferenza naturale per attività che richiedono l'uso di XO rispetto alle tradizionali didattiche trasmissive. A queste considerazioni si affianca l'esperienza diretta dell'osservazione e della sperimentazione in cui i soggetti hanno dimostrato un forte entusiasmo sia per l'uso delle cuffie (viste come gadget/status symbol) che per la lezione frontale percepita come novità perchè non più erogata in forma propriamente "classica" ma arricchita dell'elemento della proiezione multimediale su grande schermo. Vediamo per punti le ipotesi di UX per le due condizioni.

- **Percezione di autoefficacia PRIMA dell'intervento istruttivo (Autoefficacia - PRE):** dovrebbe rimanere identica per entrambe le condizioni a conferma dell'allineamento degli studenti rispetto alle tematiche oggetto di test
- **Percezione di autoefficacia DOPO la fase istruttiva (Autoefficacia – POST):** in virtù dell'applicazione di tutti i principi di Multimedia Learning in Beta e della solida progettazione della lezione in Eta si ipotizzano livelli comparabili del senso di autoefficacia.

- **Usabilità del materiale didattico:** non si dovrebbero registrare differenze importanti; possibile valutazione a favore di Beta per i Ripetenti (Rip) a causa del maggiore *guidance* individualizzata.
- **Chiarezza espositiva:** non si dovrebbero registrare differenze importanti dato che, a parte le animazioni, vi sono similitudine sia per la comunicazione verbale che per i diagrammi usati.
- **Motivazione Intrinseca:** è possibile registrare livelli più alti per Beta in entrambi i sottogruppi per per il senso di autonomia nella gestione dell'apprendimento che avvicina alla materia senza mediazione.
- **Soddisfazione (estetica/engagement):** la presenza di un tutor animato alternativo al "solito" maestro, le dimostrazioni dinamiche attraenti e il sottofondo musicale dovrebbero aumentare la soddisfazione estetica e incentivare l'engagement per il gruppo Beta. Si prevedono livelli elevati anche in Eta per l'arricchimento della modalità lezione tradizionale con la proiezione multimediale.

Andiamo ora a visualizzare la UX percepita nel complesso e per i due sottogruppi *In Corso (IC)* e *Ripetenti (Rip)*.

Domanda.: 4.1 Quale è la condizione migliore per le sei dimensioni di UX?

Come da ipotesi di ricerca non si registrano differenze macroscopiche nella valutazione della UX da parte dei due gruppi; anche l'analisi dei poligoni mette in evidenza la coincidenza dei vertici di entrambi i grafici radiali con scarti intorno a 0,2 punti tali da far pensare che le due modalità di istruzione, nonostante i setting siano molto differenti offrano esperienze di studio simili dal punto di vista dell'usabilità, della soddisfazione e del senso di preparazione dopo la fase istruttiva. Si procede ora con l'analisi di UX per i sottogruppi al fine di verificare se esistono differenze interessanti tra i due target.

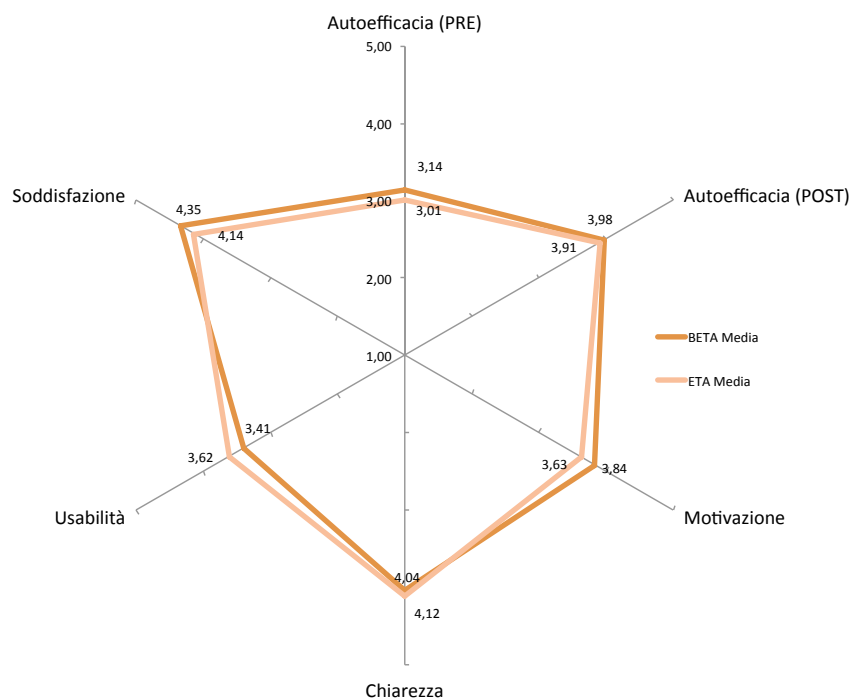
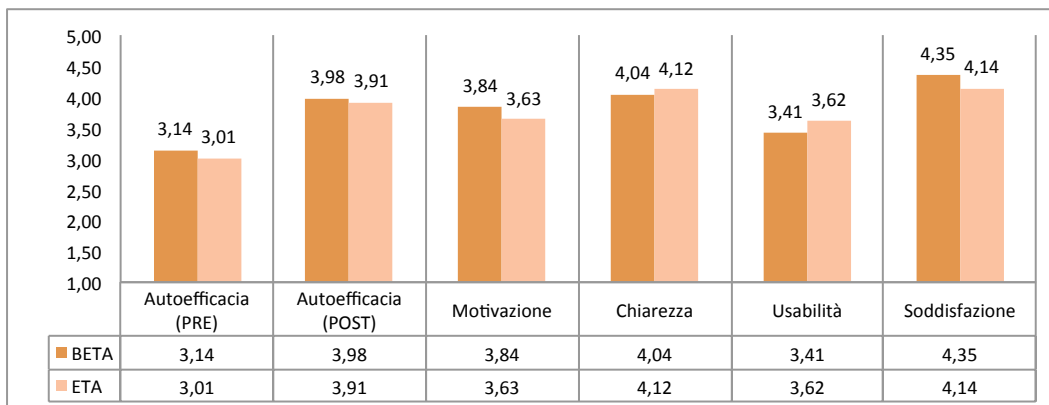


Figura 4-60 Exp.3 : Istogramma e diagramma radiale dell'UX

Domanda.: 4.2 Quale è la condizione migliore per le sei dimensioni dell'UX per gli studenti In Corso (IC)?

Gli studenti *In Corso (IC)* non forniscono valutazioni distanti per le due condizioni di apprendimento, anzi sono anche in questo caso sono coincidenti per quanto riguarda *l'autoefficacia-post* e la *soddisfazione*. La *facilità di utilizzo* e la *chiarezza* siano leggermente superiori in Eta, probabilmente perchè l'insegnante usa un linguaggio semplificato adattato alla classe, si incarica di gestire il multimedia, scompone i concetti complessi arricchendo la presentazione con esempi conosciuti. Interessante che in Beta si abbia un incremento della *motivazione intrinseca* verso la materia, forse per l'assenza della mediazione dell'adulto nell'avvicinamento alla materia e per l'interesse suscitato dal prof. Haragan e dal suo laboratorio virtuale.

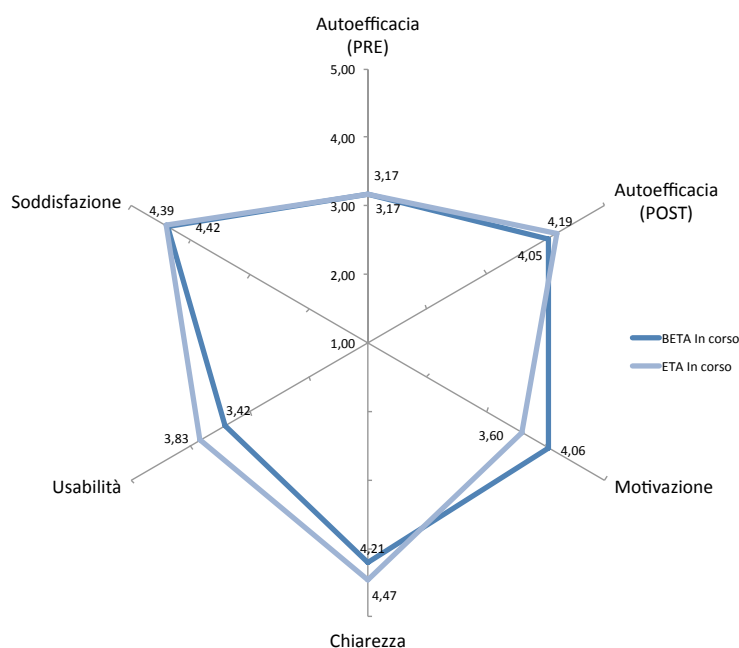
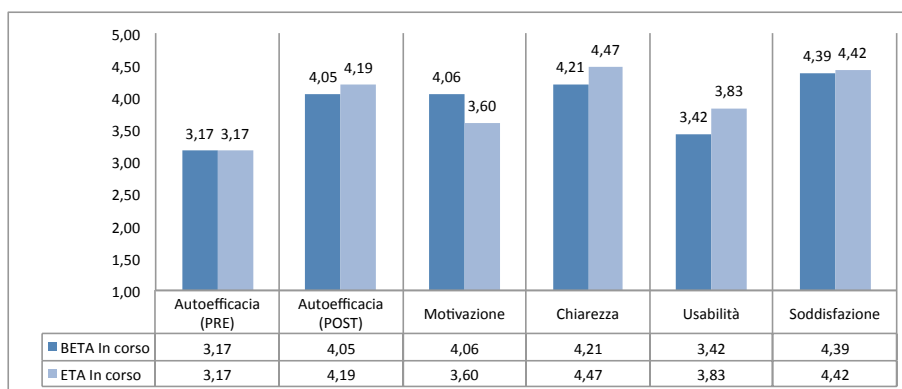


Figura 4-61 Exp.3: Istogramma e diagramma radiale dell'UX per il sottogruppo In Corso (IC)

Domanda.: 4.3 Quale è la condizione migliore per le sei dimensioni del UX per i Ripetenti (Rip)?

Una prima considerazione è relativa al senso di *autoefficacia-pre*: i livelli sono più bassi di circa mezzo punto rispetto ai compagni In Corso (IC) ma in questo caso sono leggermente più alti per Beta. Probabilmente per la soddisfazione degli studenti Ripetenti (Rip) per la conquista autonoma del sapere. Molto vicini, con variazioni minime di un decimo di punto, i livelli di *Motivazione*, *Chiarezza* e *Usabilità* ci indagano che non esiste una differenza percepita tra gruppo sperimentale e gruppo di controllo rispetto alla fruizione della presentazione; tutte le dimensioni si assestano su valori medi (3,5). L'unica variazione apprezzabile riguarda la *Soddisfazione* con una preferenza per l'autoapprendimento in Beta di mezzo punto più elevata rispetto alla lezione eteroguidata.

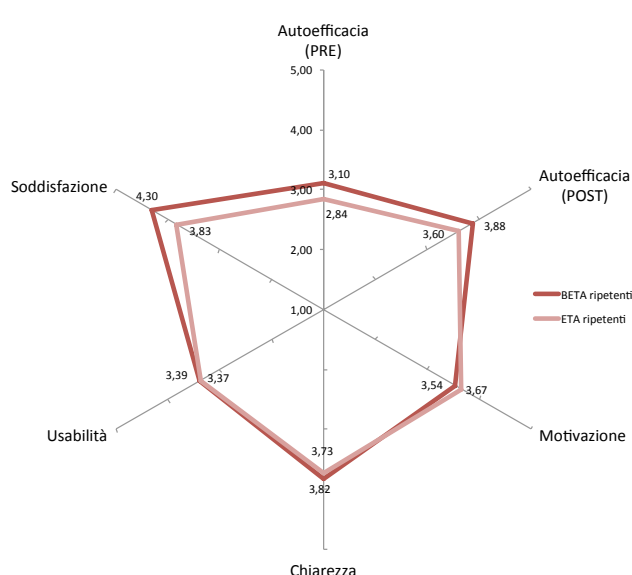
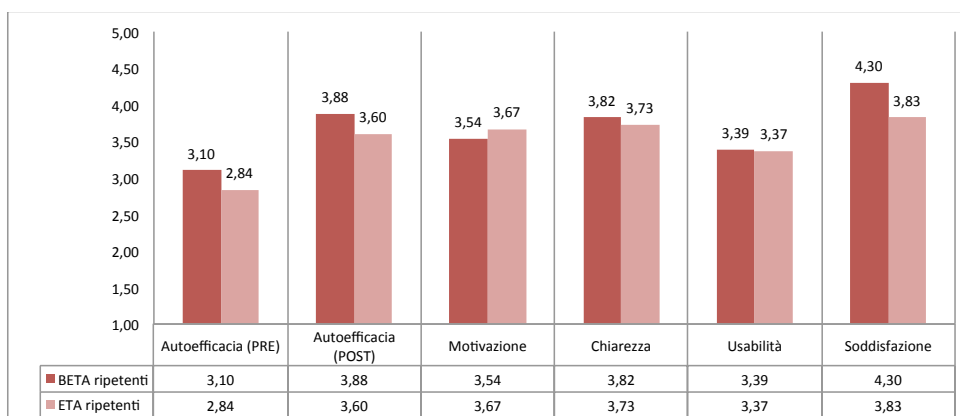


Figura 4-62 Exp.3: Istogramma e diagramma radiale dell'UX per il sottogruppo *Ripetenti (Rip)*

4.4 Exp.4 Potenziamento del *MLD* con il gioco; efficacia e UX di un Learning-Game Vs Tutoriale digitale in autonomia

**Tabella 4-15 - Exp.4 Potenziamento del MLD con il gioco;
efficacia e UX di un Learning-Game Vs Tutoriale digitale in autonomia**

1. learning setting			
	Variabili	GAMMA(set a/ lo3)gr. Sperimentale	Beta(set a/ lo2)gr.controllo
1.1	Tipologia	Gr. Sperimentale	Set-a autoapprendimento
1.1.1	Learning support	Medio - virtual tutoring	Nessuno
1.1.2	Isolamento	Elevato	Elevato
1.1.3	Disturbo ambientale	Basso	Basso
2. Learning object: tipologia			
2	Tipologia lo	Lo3-learning game	Lo2-multimedia passo-passo
2.1 learning object: variabili instructional design			
2.1.1	Strategia di presentazione	Task centered	Topic centered
2.1.2	Formato di istruzione	Learning game	Tutoriale in autoistruzione
2.1.3	Merrill's principles	• task/problem • activation (quiz) • demonstration (animazioni) • application (costruzione catene)	• demonstration (animazioni)
2.2 learning object: multimedia learning design			
2.2.1	Multimedialita' (livello)	Medio	Medio
2.2.2	Information display (livello complessita')	Elevato	Elevato
2.2.3	MI /cl principles: riduzione cl estraneo	Coherence Signaling Redundancy Spatial contiguity Temporal contiguity	Coherence Signaling Redundancy Spatial contiguity Temporal contiguity
2.2.4	MI /cl principles: gestione cl essenziale	Segmenting Sequencing Pacing Pre-training (rispetto ai task dei test) Modality	Segmenting Sequencing Pacing Modality
2.2.5	MI principles: rinforzo cl generativo	Multimedia Personalization Voice Image	Multimedia Personalization Voice Image
2.3 learning object: interaction design			
2.3.1	Supporto fisico dei contenuti	Xo laptop	Xo laptop
2.3.2	Interazione con il virtual tutor	Elevato	Medio
2.3.4	Controllo sul contenuto (livello)	Elevato	Medio
2.3.5	Interattività del materiale e dell'interfaccia (livello)	Elevato	Medio

4.4.1 Descrizione dell'esperimento

Negli esperimenti 2 e 3 si sono verificate le potenzialità delle condizioni di auto-apprendimento di un tema scientifico attraverso l'utilizzo di un tutoriale multimediale (LO2) confrontandole con i risultati che si ottengono studiando in autonomia con una dispensa cartacea oppure seguendo una lezione tradizionale supportata da materiali multimediali. In sintesi si può affermare che *le prove oggettive testimoniano risultati promettenti a favore dello studio individuale con il tutoriale digitale, grazie al quale lo studente può rimanere concentrato isolandosi dal resto della classe per il tempo di fruizione del learning object (circa 30 min) eliminando forme di disturbo e gestendo in prima persona il ritmo dell'apprendimento*. In particolare è emersa un'indubbia efficacia se comparato rispetto allo studio con dispensa cartacea e una superiorità relativa rispetto alla lezione euristica eteroguidata in 03 - *Applicazione di concetti* e in 05 - *Astrazione di processi*. Non ci sono evidenze scientifiche per determinare una superiore efficacia dopo una settimana rispetto a 04 ed 05 (gli obiettivi che costituiscono il *Problem Solving Test*).

In questo quarto esperimento mi sono chiesto invece come potenziare un *learning object* disegnato in base ai principi del Multimedia Learning/CL (LO2) variando opportunamente la strategia didattica (principi di Merrill) e i livelli di interattività. In particolare l'interesse è nel quantificare l'efficacia dell'approccio ludico sull'auto-apprendimento con un learning-game (LO3) rispetto a una presentazione digitale passo-passo(LO2).

Le variazioni interessano le modalità di *sequencing*: *Topic-Centered* (centrato sull'argomento) Vs *Task-Centered* (centrato sul compito); *Lineare* Vs *Game-Based*. L'obiettivo di design di LO3 è arricchire la User Experience dello studente al fine di aumentare la partecipazione emotiva per il formato proposto ipotizzando che *il coinvolgimento si possa tradurre in e performance potenziate*. Come in LO2 abbiamo introdotto un tutor virtuale per la gestione informale delle spiegazioni, dei feedback e per supportare la focalizzazione dell'attenzione sulle informazioni rilevanti. Abbiamo quindi utilizzato le medesime tecniche di infografica per combinare schemi analitici e sintetici e per aumentare la piacevolezza estetica ma si è scelto di far conquistare le informazioni solo come ricompensa per attività di

applicazione dei concetti. La logica del gioco consiste in L03 in un sistema di premi e ricompense simbolici associati a una progressione di “quadri/livelli” da risolvere e superare sempre più complessi.

4.4.2 Osservazione dell'esperimento

Non si rilevano differenze significative nella fruizione di entrambi i learning object, gli studenti si sono dimostrati positivamente disponibili nel partecipare ad una attività di ricerca e, grazie alla loro rapidità e competenza nella gestione dell'XO, hanno da subito manifestato un'approccio molto pratico e rapido per capire *cosa fare e come farlo*. Al contrario: dubbi, lentezze procedurali e richieste di ripetizioni si sono susseguite durante il test scritto “carta e matita”.

4.4.3 Efficacia del trattamento sperimentale sulle performance di apprendimento

Ipotesi: l'idea guida dell'esperimento è la convinzione che l'inserimento di elementi di interattività e di meccaniche di gioco possa migliorare la motivazione intrinseca e la soddisfazione nei confronti dell'attività proposta e di conseguenza spostare risorse disponibili a favore del carico cognitivo pertinente per la creazione degli schemi desiderati. Il carico cognitivo pertinente si suppone possa venire massimizzato proprio grazie all'attivazione continua a cui è sottoposto il discente che può incrementare la sua concentrazione per l'attività e minimizzare l'influenza di fonti di distrazione esterne grazie alle cuffie (-CCE). In linea di massima è probabile che la *playfulness* sulla quale ruota la logica erogativa di L03 possa portare a buone performance di *retention* ma il test per il quale si prevede uno squilibrio maggiore a favore della condizione sperimentale GAMMA è il *Problem Solving Test*; il learning-game è infatti disegnato con l'esplicito obiettivo di permettere l'applicazione immediata delle informazioni che sono ricevute come feedback e premio e non con una ricezione passiva(L02). Per quanto riguarda il *Comprehension test* è possibile che esistano differenze significative tra i due dato che le informazioni vengono esposte secondo i medesimi criteri di multimedia learning, ma in L03 sotto forma di esercizi finalizzati a ridurre il *carico cognitivo estraneo* e potenziare l'*intrinseco* e il *pertinente* con un processo di *Backward*

*fading*⁸⁸ in cui il tutor virtuale svanisce gradualmente con l'aumentare della expertise acquisita dallo studente.

4.4.4 Composizione del campione

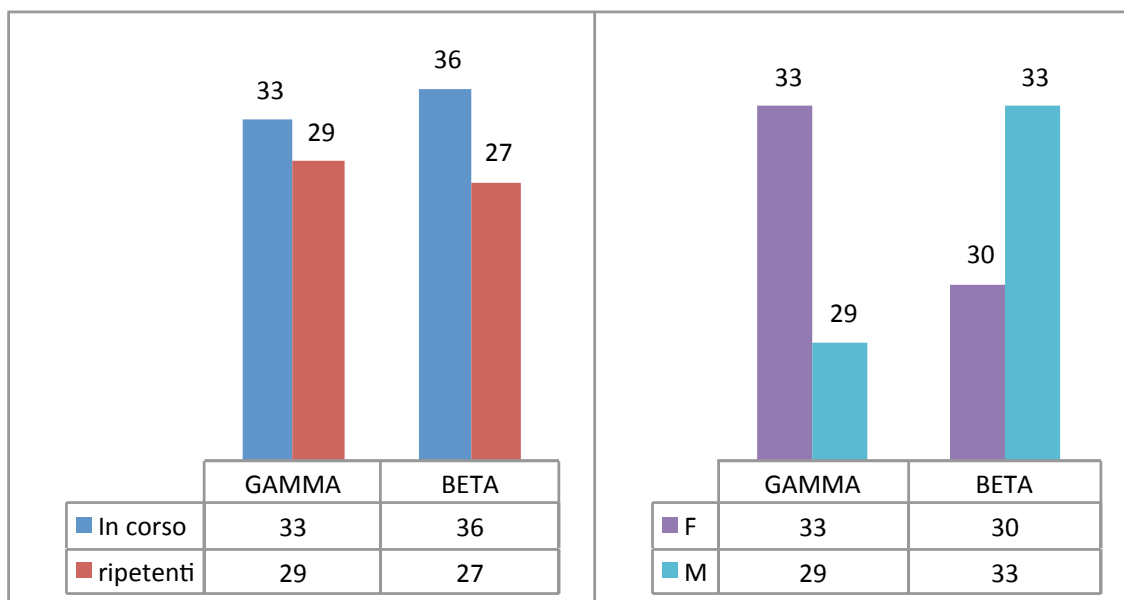


Figura 4-63 Exp.4 – Composizione del campione

4.4.5 Analisi della varianza e valutazione dei risultati

L'analisi della varianza condotta tra i due gruppi ci induce subito a valutare come non significative le differenze di performance attribuibili al trattamento sperimentale rispetto al gruppo di controllo ad eccezione dei risultati ottenuti dal gruppo GAMMA nel Problem Solving test.

Tabella 4-16 Exp.4 Anova per i 4 test

Exp-4	COMPL,%	RET-T	COMP-T	PS-T
Gamma/Beta	0,483	0,4277	0,9025	0,05092

Escludendo il PS-T, se si confrontano le medie generali ottenute in ogni prova oggettiva, esse differiscono solo di qualche decimo di punto non evidenziando nessuno squilibrio tra le due situazioni apprenditive. *Anche visualmente tra GAMMA e Beta non troviamo differenze rilevanti* e si può facilmente notare non

⁸⁸ Backwords fading: strategia di presentazione dei contenuti che consiste nel passaggio graduale da esempi guidati a problemi passando dalla fase intermedia dei problemi a completamento e fornendo via via un numero minore di passi completati. La guida e il controllo istruttivo deve diminuire in funzione della expertise e della capacità di autogestione dell'allievo (glossario Calvani 2011a)

emergano pattern interessanti nemmeno separando i sottogruppi In Corso (IC)/Ripetenti (Rip). Tutto questo ci dice che i due trattamenti conducono a livelli di performance sostanzialmente analoghi per compiti di retention e comprehension.

Domanda 1.1: Quale è la condizione di apprendimento che supporta migliori performance rispetto a compiti di *retention*, *comprehension* e *problem solving* (% CA/TOT)?

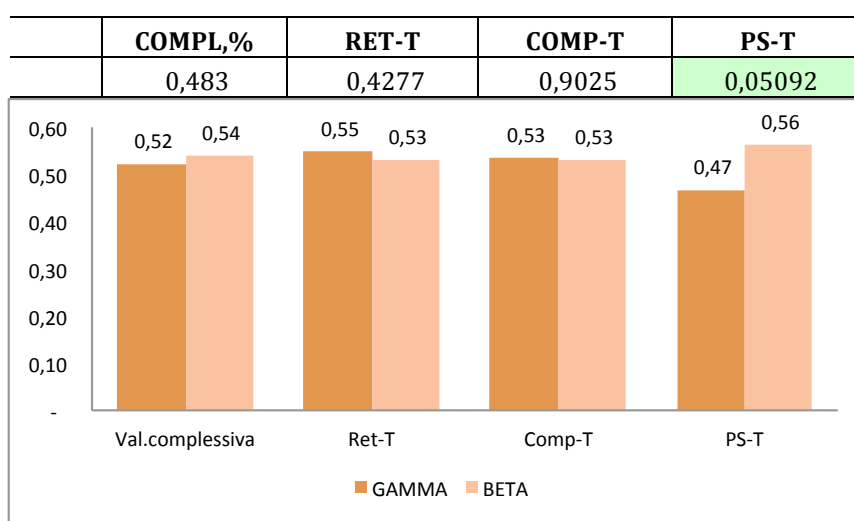


Figura 4-64 Exp. 4 : Medie ottenute nei 4 test di valutazione e p value per ogni test

Domanda 1.2: per ogni test quanto è la differenza di performance (differenza % CA GAMMA/BETA)?

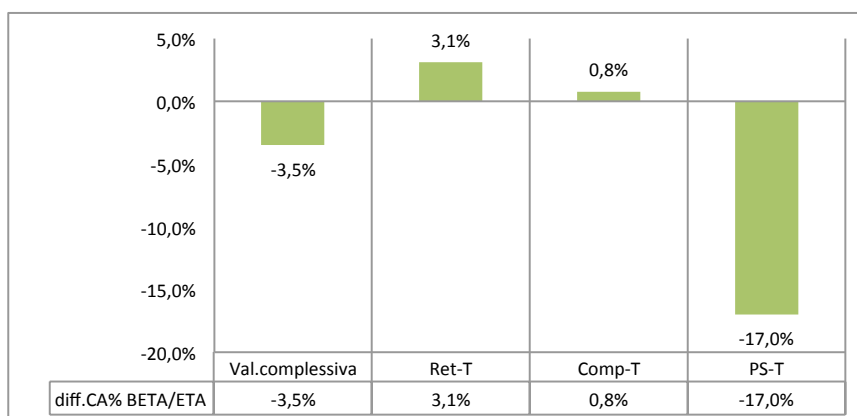


Figura 4-65 Exp. 4: Differenza di risposte corrette tra i due gruppi espressa in percentuale

Se si analizzano invece i dati relativi al *Problem Solving* le nostre ipotesi iniziali vengono totalmente sconfessate; si credeva infatti che l'inserimento di elementi di interattività e un "pre-training" rispetto ai task di classificazione e creazione delle catene alimentari semplificassero l'acquisizione dei concetti più complessi (livelli

trofici) e radicassero l'abilità di usare tali categorie in nuovi contesti.

In realtà subito dopo la fruizione degli LO, i soggetti che hanno giocato con LO3 risultano penalizzati con -17% di CA rispetto ai compagni che hanno semplicemente seguito il tutorial passo-passo.

Domanda 1.3: Come è ripartita questa differenza di risposte corrette tra studenti "In corso (IC)" e "Ripetenti"?

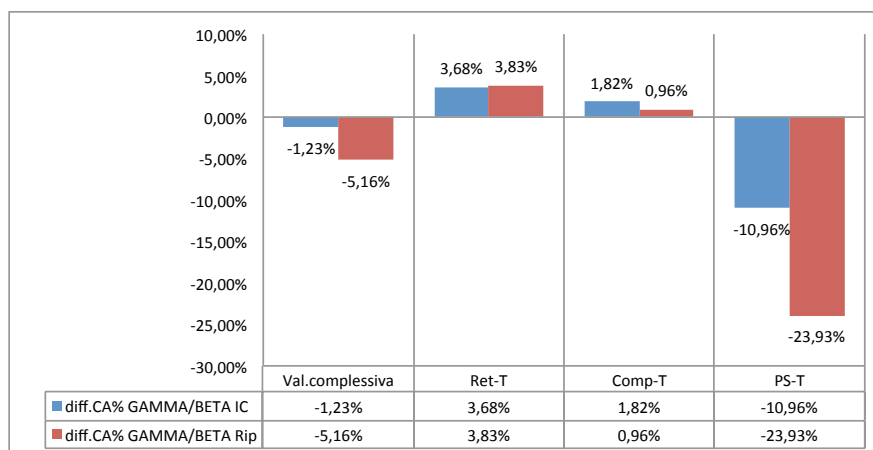


Figura 4-66 Exp. 4: Differenza di risposte corrette (sottogruppi)

Approfondendo questo aspetto notiamo con sorpresa che *gli studenti che traggono maggior beneficio da uno scaffolding altamente strutturato (LO2) e dalla minimizzazione dell'interazione sono proprio i Ripetenti (Rip) per i quali si ipotizzava che un pre-training potesse strutturare in forma più solida lo schema della catena alimentare (-24% CA VS Ripetenti (Rip) gruppo Beta).*

Domanda 1.4: Quanto è forte l'effect size rispetto a tipologia di test (Effect Size GAMMA/BETA)?

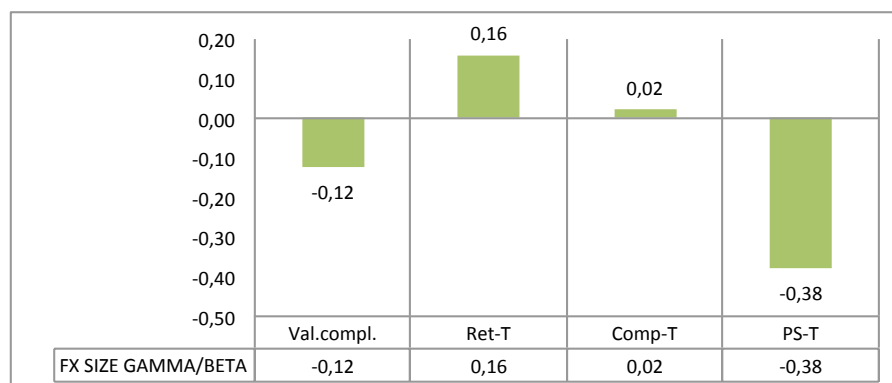


Figura 4-67 Exp. 4: Effect size per i 4 test

Domanda 1.5: Ci sono differenze significative in termini di effect size tra i sottogruppi “In corso (IC)” e “Ripetenti” (Effect Size ALFA/ETA)?

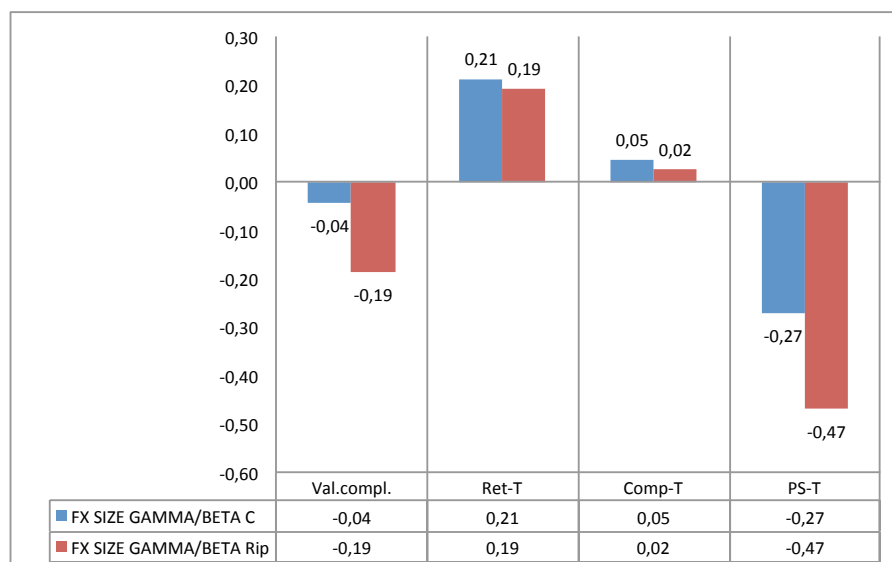


Figura 4-68 Exp. 4: Effect size per i 4 test differenziato per sottogruppi

Andiamo ora a verificare gli effetti negativi di GAMMA sul PS-T calcolando l' effect size per porre in relazione i valori delle medie con la deviazione standard del gruppo di controllo BETA.

Come prevedibile notiamo che FX è sempre poco importante ($<0,2$) per le prime due prove oggettive ma che in PS-T si esprime con un valore negativo prossimo a -0,4 e che tale valore suggerisce una forte preferibilità del trattamento Beta per compiti di Problem Solving. Disaggregando tale valore notiamo che anche l'FX sottolinea la minor efficacia raggiunta dal gruppo GAMMA sia per Ripetenti (Rip) (-0,47) che per gli studenti *In Corso (IC)* (-0,27).

4.4.6 Efficacia trattamento sperimentale per il raggiungimento degli obiettivi didattici

Ipotesi: si crede che il trattamento GAMMA migliori le performance in tutte le prove oggettive in particolare in tre obiettivi didattici

01 - Fatti/ricordo: si immagina che una logica attiva/esplorativa possa migliorare il ricordo degli elementi che appaiono sullo schermo dato che lo studente piuttosto che vederli più volte presentati dal virtual tutor come in Beta, può direttamente interagire con essi.

02 -Concetti/ricordo: si ipotizza che il processo di attivazione del gioco (quiz) innalzi i livelli di attenzione rispetto ai dati, alle informazioni e alla loro organizzazione formale in categorie.

03 - Concetti/applicazione: molto probabile un impatto positivo di GAMMA perchè lo studente acquisisce le nuove informazioni direttamente da una loro applicazione pratica ad esempio con i task di classificazione relativi ai nuclei tematici della dieta animale e dei livelli trofici.

04 - Processi/applicazione: possibile un vantaggio del trattamento GAMMA perchè lo studente costruisce progressivamente lo schema mentale della catena alimentare proprio grazie alla risoluzione di piccoli problemi di complessità crescente e beneficia del supporto attivo del tutor virtuale che eroga feedback correttivi e ricompense sotto forma di informazioni utili alla soluzione dei problemi successivi, incentivando con premi simbolici.

05 - Processi/Astrazione: si suppone che la *manipolazione diretta degli oggetti sullo schermo porti ad una elaborazione attiva degli schemi* (drag 'n drop + feedback) semplificando anche la creazione di un nuovo schema astratto come richiesto nell'esercitazione del PS-T.

Si crede, anzi si “teme”, che l'effetto di questa applicazione pratica diretta delle informazioni veicolate dal learning-game possa portare ad un *effetto del pre-training troppo pronunciato*, relativo più che ai concetti alle abilità di risolvere gli specifici problemi che verranno proposti nel test. (si impara classificando e costruendo catene e nel test si chiederà di classificare e costruire catene).

4.4.7 Analisi della varianza e valutazione dei risultati

Il test anova ci indica una significativa differenza ottenibile con il trattamento GAMMA per quanto concerne *Retention e Problem solving test*. Si evidenzia invece una disconferma dalle nostre ipotesi iniziali per quanto riguarda l'influenza del *pre-training* sulle abilità di classificazione e costruzione delle catene in L03 (02 e 03).

Tabella 4-17 Exp.4 Anova test per i 5 obiettivi didattici

Exp 4	01	02	03	04	05
Gamma/Beta	0,01927	0,8549	0,9025	0,2938	0,02724

Il valore delle prestazioni per il *problem solving test* è la media dei valori che ogni studente ha ottenuto in 04 e in 05 ovvero nella applicazione e astrazione di processi. Come è possibile notare dalla tabella solo in 05 si ottiene un $p=0,027$ che ci indica una significativa differenza di performance. Questo significa che alla luce dei risultati emersi nei test generali è proprio in 05 che ci possiamo aspettare un'incidenza positiva di Gamma.

Contro l'evidenza che rappresenta il retention test come non significativo ($RET-T=0,4277$) abbiamo un valore disaggregato in 01 con p circa di 0,02 che indica la necessità di verificare l'impatto del trattamento sperimentale sul ricordo di fatti/dati.

L'analisi delle medie conferma l'indizio fornito dall'anova per il Comp-T: in 02 e 03 i due gruppi ottengono performance praticamente identiche. Questo suggerisce che pesi più il fatto che le informazioni di base vengano erogate secondo le stesse modalità (infografica, testo, audio, ML principles) piuttosto che l'interazione giocosa con il contenuto offerta dall'oggetto L03.

Domanda.: 2.1 Quale è la condizione di apprendimento che supporta migliori performance rispetto a specifici obiettivi didattici (% CA/TOT)?

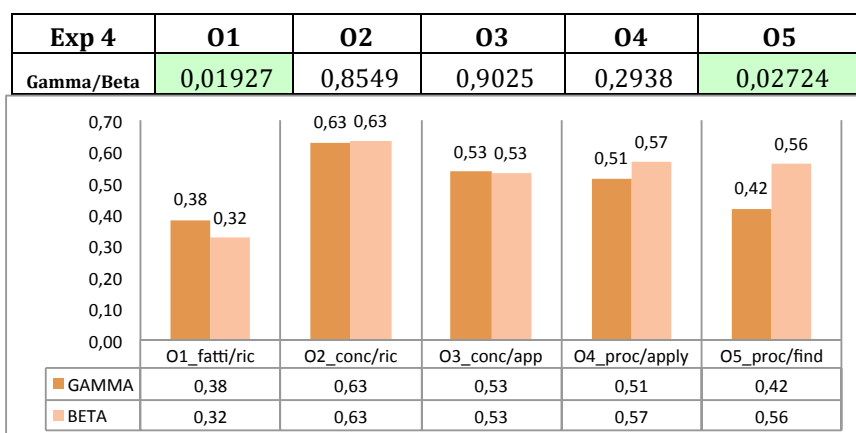


Figura 4-69 Exp.4: medie ottenute nei 5 obiettivi

Domanda 2.2: Per ogni obiettivo didattico quanto è la differenza di risposte corrette? (differenza % CA)

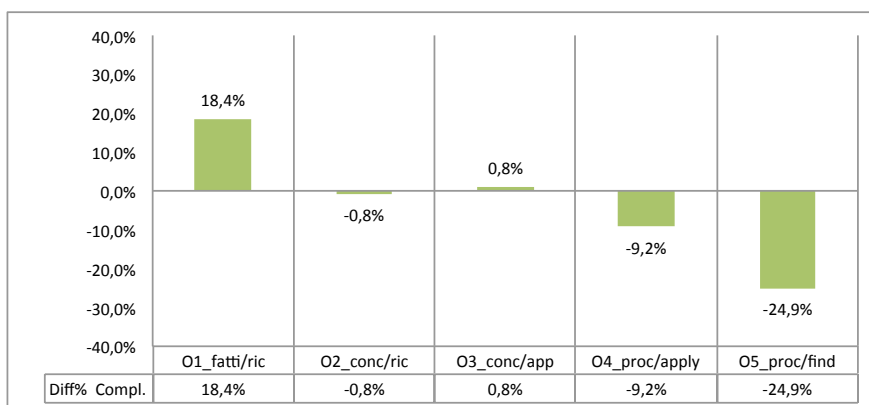


Figura 4-70 Exp.4 - differenza di CA espressa in percentuale per i 5 obiettivi

Domanda 2.3: Per ogni obiettivo didattico come è ripartita questa differenza di risposte corrette tra studenti “In corso (IC)” e “Ripetenti”?

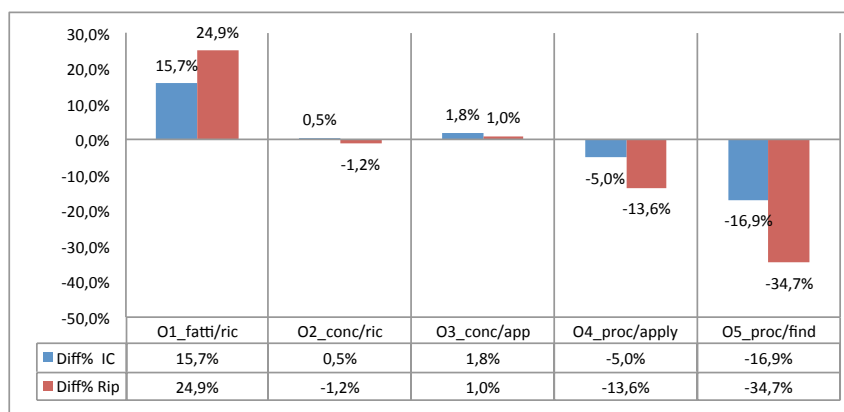


Figura 4-71 Exp.4: differenza di CA espressa in percentuale per i 5 obiettivi (sottogruppi)

Contro ogni aspettativa iniziale L03 sembra ridurre la capacità di astrazione e sintesi (O5) sia per gli studenti *In Corso (IC)*(-17%CA) che per i *Ripetenti (Rip)* portando effetti negativi più evidenti per i secondi(-34,7%CA).

Interessante invece il risultato in O1 con un vantaggio positivo quantificabile tra il 15,4% e il 24,9% di risposte corrette in più per il gruppo Gamma. La forbice di 10 punti esprime una positività del trattamento più spiccata per i *Ripetenti (Rip)* suggerendo che l'approccio ludico e il pre-training favoriscono una memorizzazione più profonda degli elementi informativi (nomi degli animali) più che sui concetti che stanno alla base della catena alimentare.

Domanda.: 2.4: Per ogni obiettivo didattico quanto è forte l'effect size (FX Gamma/Beta)?

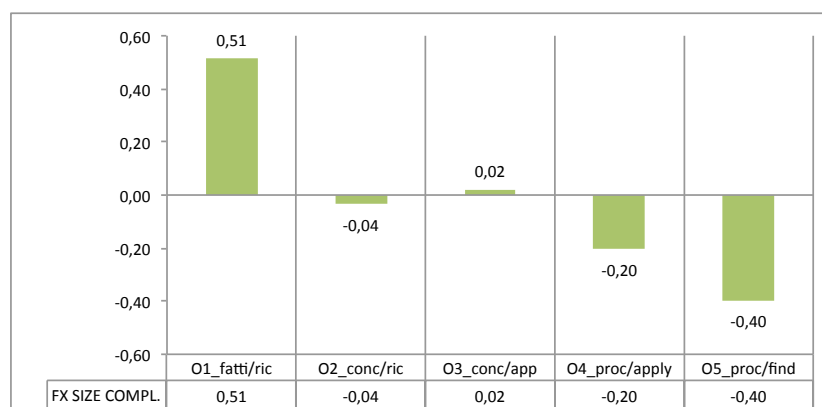


Figura 4-72 Exp.4 effect size per i 5 obiettivi

Domanda.: 2.5 Per ogni obiettivo didattico ci sono differenze significative di effect size tra i sottogruppi “In corso (IC)” e “Ripetenti” (FX Gamma/Beta)?

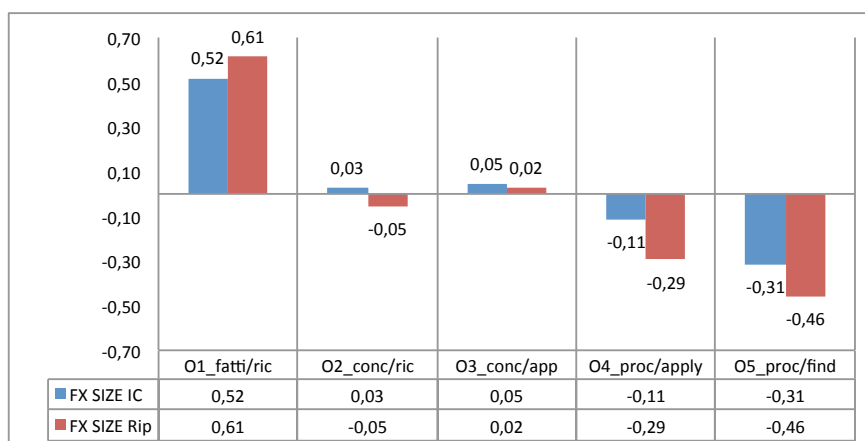


Figura 4-73 Exp.4 effect size per i 5 obiettivi (sottogruppi)

Per quanto riguarda l'effect-size (FX) troviamo valori positivi e interessanti (>0,5) proprio per il ricordo di fatti in O1 e negativi in O4 e O5. Sottolineando che l'anova test per O4 non fornisce valori di $p < 0,05$ consideriamo le implicazioni per il solo O5 dove si evidenzia un FX moderatamente negativo sia per *In Corso (IC)* che per *Ripetenti (Rip)* a sfavore del gruppo che ha interagito giocando con LO3. Questo può essere probabilmente imputato al fatto che il focus attentivo sia stato posto in eccesso sulle dinamiche del gioco trasformandole in *dettagli seduttivi*. Una possibile spiegazione in termini di CLT configurerebbe un inutile incremento del carico cognitivo estraneo (premi/ricompense/livelli di gioco) e una sottrazione di risorse cognitive utili alla formazione degli schemi mentali (-CCP). Tali risorse sono rimaste invece disponibili per i soggetti del gruppo Beta consentendo loro

performance più elevate che evidenziano come l'intero campione abbia bisogno di *meno stimoli interattivi e più guidance* per incrementare la concentrazione.

4.4.8 Efficacia del trattamento sperimentale sulle competenze di problem solving dopo 7 giorni (dps-t)

Ipotesi: per entrambe le condizioni di apprendimento si presume che ci sia un inevitabile decremento delle performance di Problem Solving dovuto ad un naturale decadimento dei concetti principali nella memoria dei soggetti dato che in assenza di ripetizione, approfondimento personale o guidato dall'insegnante e senza esercitazioni supplementari durante il periodo di sette giorni che intercorre tra le due prove, difficilmente si otterrà un ancoraggio significativo delle conoscenze apprese in fase erogativa.

Si ipotizza altresì un vantaggio possibile a favore del gruppo GAMMA in quanto gli studenti hanno avuto la possibilità di operare attivamente sui contenuti sia durante l'interazione con le esercitazioni progressive del *learning game - LO3*, sia durante la loro applicazione durante il test di problem solving. Il gruppo Beta invece ha alternato una fase di acquisizione passiva in fase di studio a una fase attiva/applicativa solo durante i test; questo mi fa ipotizzare ad un appropriazione/intetrazione di contetti e schemi più limitata.

4.4.9 Analisi della varianza e valutazione dei risultati

Tabella 4-18 Exp.4: Anova test per gli obiettivi di PS-T e DPS-T

Exp4	PS-T	04	05	DPS-T	04_7gg	05_7gg
Delta/Beta	0,05092	0,2938	0,02724	0,4208	0,6774	0,3895

Come si può vedere in tabella non esiste nessuna evidenza di una possibile impatto positivo o negativo di GAMMA rispetto alla condizione Beta dopo sette giorni e se esistono delle differenze percentuali non possono essere imputate con ragionevole certezza al trattamento sperimentale dato che i risultati di *p* sono molto lontani dalla soglia minima di 0,05. Ciò premesso è praticamente inutile considerare i risultati delle medie ottenute nel *delayed test* dato che la significatività è compromessa da questa preliminare analisi della varianza. Per completezza si riporteranno invece i risultati di sintesi che ci vengono forniti dal valore di *effect*

size in quanto tiene conto della deviazione standard del gruppo di controllo e può fornirci qualche valore indicativo della effettiva efficacia (o inefficacia) del trattamento GAMMA. Non verranno pertanto riportati i grafici rappresentanti i passaggi intermedi e preliminari al calcolo dell'*effect-size* (medie e differenza CA%).

Domanda 3.3: dopo una settimana quanto è forte l'effect size complessivo? quanto impatta il trattamento ALFA tra i sottogruppi “In corso (IC)” e “Ripetenti” (Effect Size ALFA/ETA)?

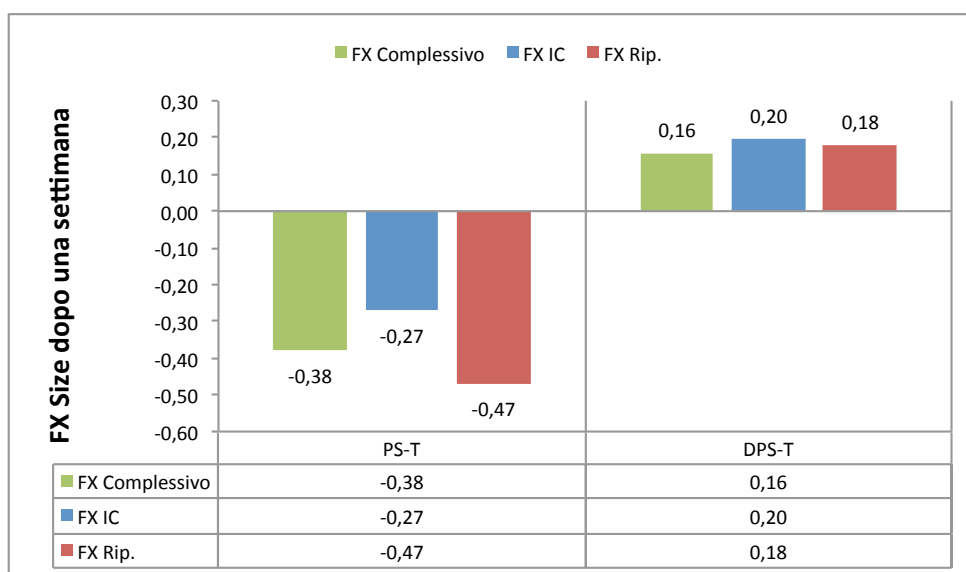


Figura 4-74 Exp.4 - Effect Size per PS-T e DPS-T

Da segnalare, pur considerando la bassissima significatività del delayed test ($p=0,4208$) è l'insolita inversione di tendenza dell'efficacia di GAMMA a distanza di sette giorni. Dal Fx potremmo dedurre che l'attivazione imposta da L03 abbia inizialmente comportato un eccessivo carico cognitivo estraneo e che solo dopo una settimana si sia dispiegato l'effetto positivo sulle competenze di problem solving, una volta esaurito lo stress dovuto alla nuova esperienza di apprendimento, all'esperienza di gioco e di sfida con sè stessi, al lungo e complesso test scritto.

4.4.10 Analisi dell'esperienza utente (UX) per le due condizioni di apprendimento

Ipotesi: si vuole confrontare la valutazione dell'esperienza di studio in autonomia, con ma con logiche di interazione diverse: in Beta si tratta di una modalità didattica trasmissiva in cui l'esposizione dei contenuti viene demandata ad un tutor digitale ma in cui il discente mantiene il controllo sul flusso erogativo; in GAMMA il "locus of control" dell'apprendimento si sposta ulteriormente a carico dello studente che è attore protagonista di una serie di sfide giocose da superare per poter diventare un giovane scienziato.

Vediamo per punti le ipotesi di UX per le due condizioni.

1. **Percezione di autoefficacia PRIMA** dell'intervento istruttivo (Autoefficacia - PRE): dovrebbe rimanere identica per entrambe le condizioni a conferma dell'allineamento degli studenti rispetto alle tematiche oggetto di test
2. **Percezione di autoefficacia DOPO** la fase istruttiva (Autoefficacia – POST): in GAMMA si ipotizzano livelli più elevati in virtù dell'applicazione di molti dei principi di Merrill e della consapevolezza per i soggetti di aver superato positivamente delle prove
3. **Usabilità** del materiale didattico: non si dovrebbero registrare differenze importanti; possibile valutazione a favore di Beta per i Ripetenti (Rip) a causa della maggiore *guidance* individualizzata
4. **Chiarezza espositiva:** non si dovrebbero registrare differenze importanti dato per l'identità nella comunicazione verbale e nei diagrammi.
5. **Motivazione Intrinseca:** è possibile registrare livelli più alti per GAMMA perchè si ipotizza ci sia una relazione con il "gusto intrinseco" di aver conquistato il sapere, anche se con un gioco simulativo e perchè esiste una logica di immedesimazione simpatetica con il personaggio del prof. Haragan.
6. **Soddisfazione** (estetica/engagement): le sfide progressive e l'evitamento di situazioni di frustrazione dovrebbe portare a livelli più alti in GAMMA anche se si ipotizza alta soddisfazione in BETA per la presenza del tutor animato, di dimostrazioni dinamiche attraenti e del sottofondo musicale. In GAMMA si è gestito il carico cognitivo per una comprensione attiva e per favorire uno stato di flow di apprendimento attraverso la progressività delle sfide.

Andiamo ora a visualizzare la UX percepita nel complesso e per i due sottogruppi *In Corso (IC)* e *Ripetenti (Rip)*.

Domanda.: 4.1 Quale è la CS migliore per le sei dimensioni del UX?

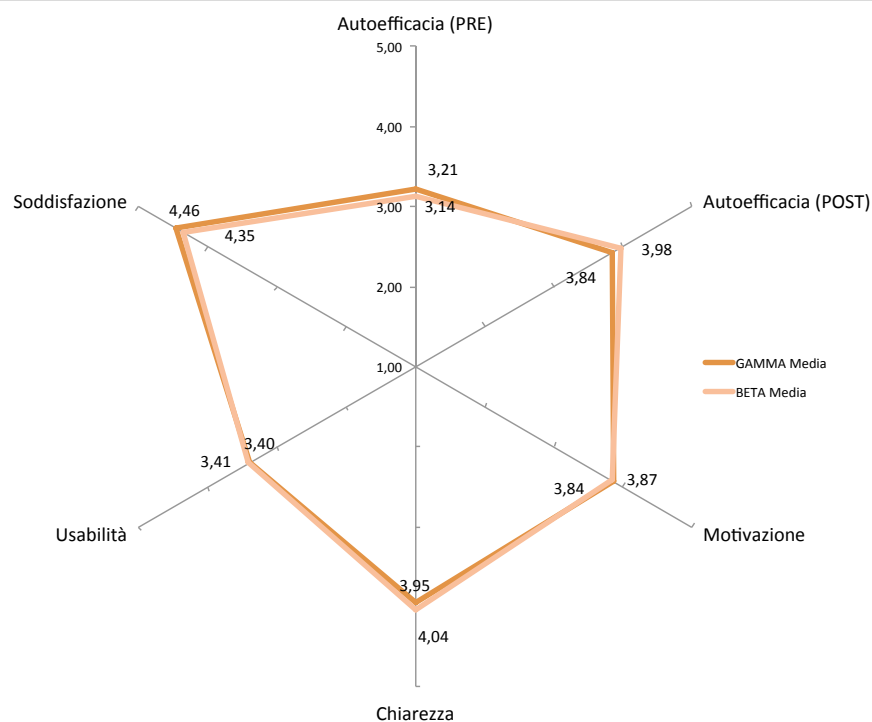
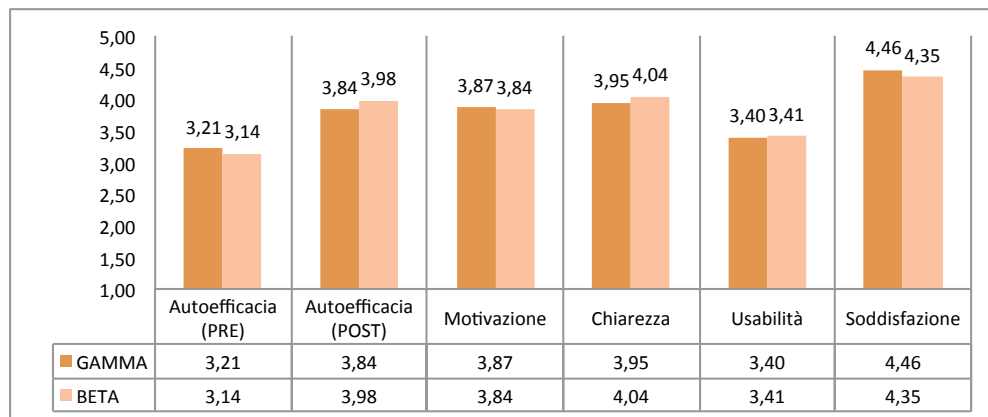


Figura 4-75 Exp.4 : Istogramma e diagramma radiale dell'UX

Possiamo dire che in sintesi i grafici a barre riportano valori medio alti per tutte le dimensioni e per entrambi i gruppi pur non presentando differenze apprezzabili tra le due condizioni di apprendimento. Inoltre i due poligoni sono praticamente sovrapponibili; si fa notare che è l'unico caso tra i cinque esperimenti in cui avviene una sostanza coincidenza di tutti i vertici del grafico

Domanda.: 4.2 Quale è la CS migliore per le sei dimensioni del UX per gli studenti In Corso (IC)?

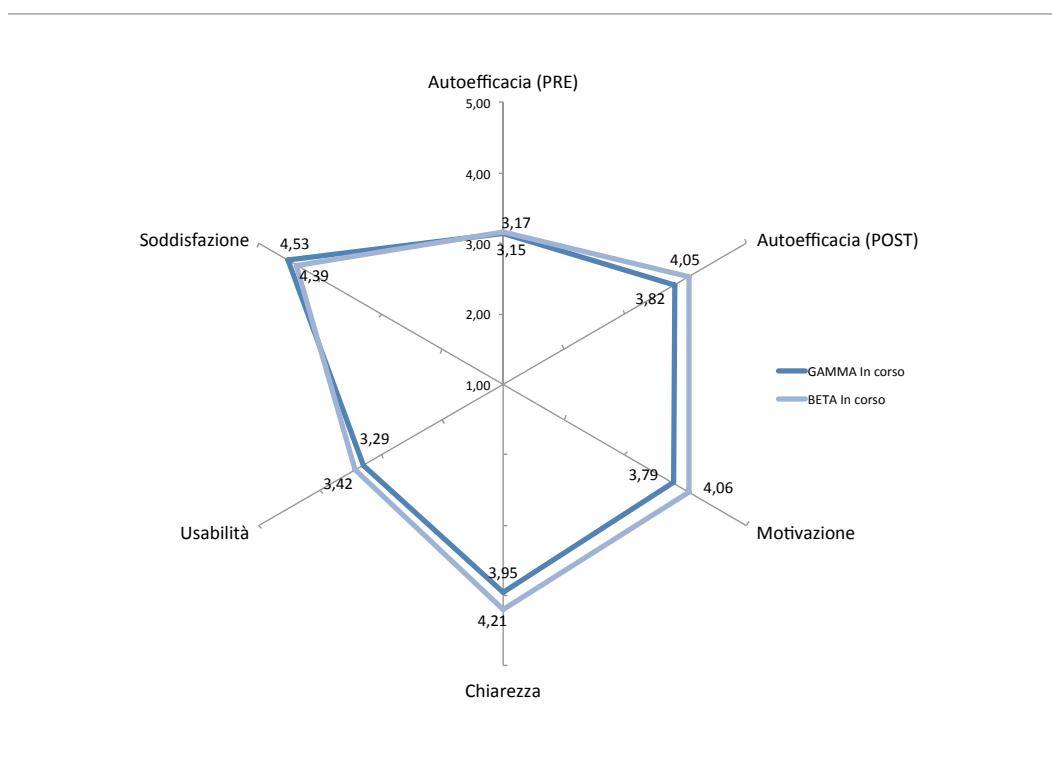
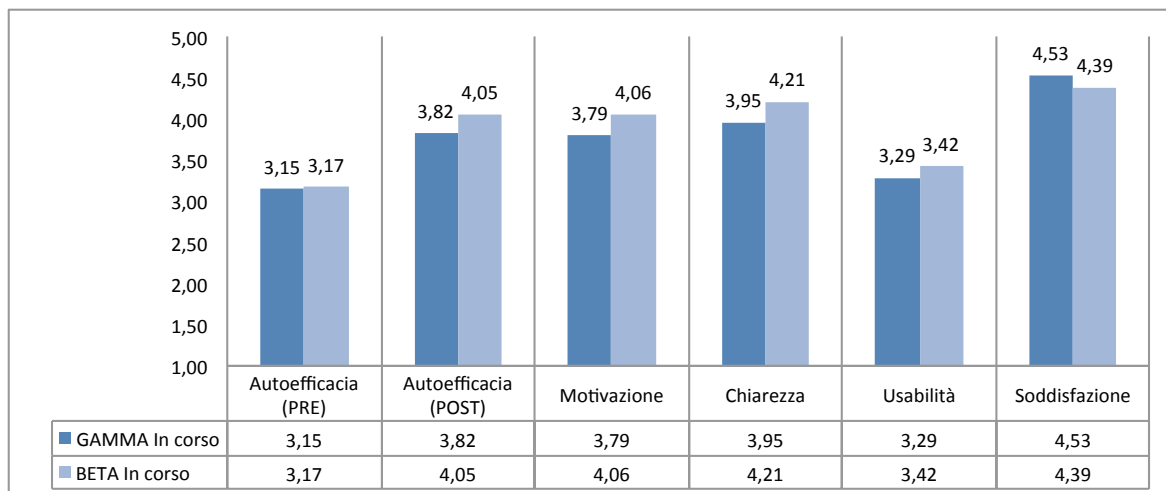


Figura 4-76 Exp.4 : Istogramma e diagramma radiale dell'UX per il sottogruppo In Corso (IC)

Non si possono rilevare differenze tali da farci supporre un apprezzamento superiore per una condizione o per l'altra. Anche se visivamente è possibile notare che le valutazioni dei soggetti In Corso (IC) per il tutorial passo passo sono lievemente superiori, in realtà si tratta di una distanza che non supera mai il quarto di punto ed è pertanto da considerare trascurabile.

Domanda.: 4.3 Quale è la CS migliore per le sei dimensioni del UX per i Ripetenti (Rip)?

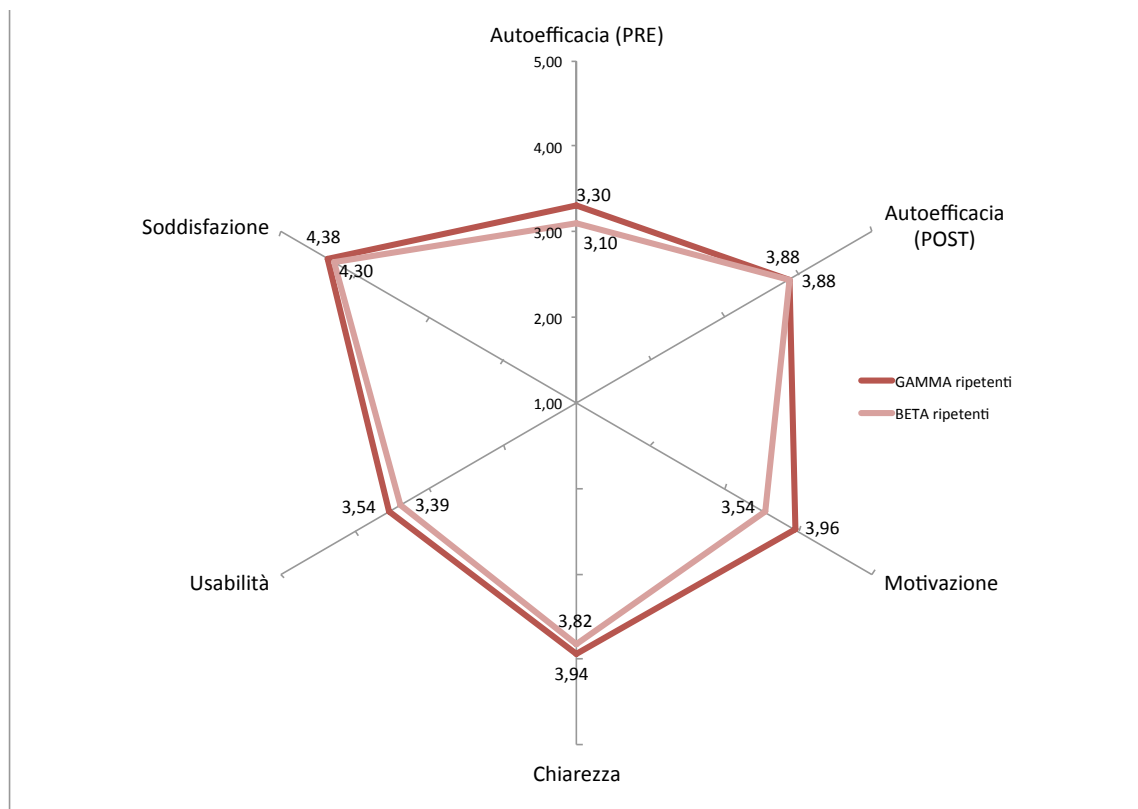
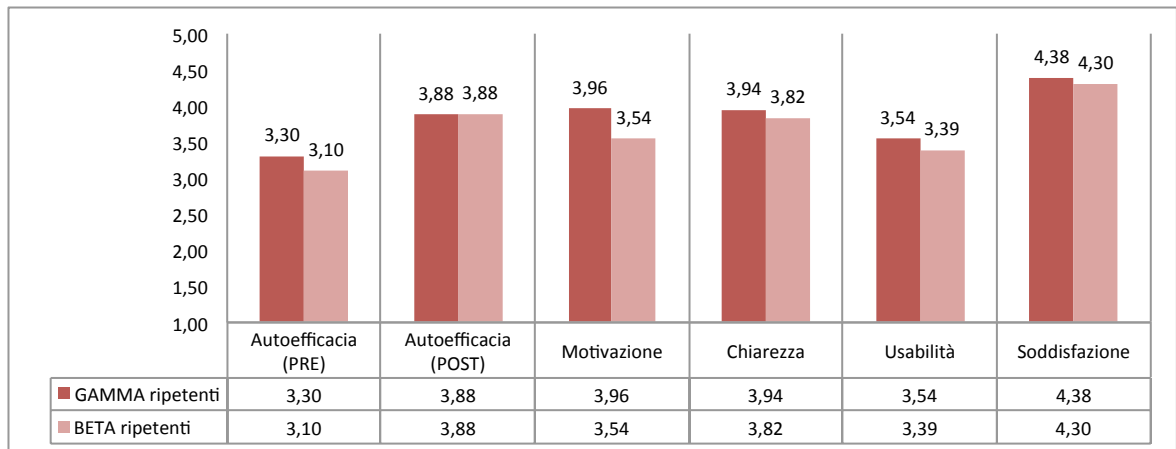


Figura 4-77 Exp.4 : Istogramma e diagramma radiale dell'UX per il sottogruppo Ripetenti (Rip)

Anche per il sotto gruppo dei Ripetenti (Rip) non si può che sottolineare la modesta differenza tra le valutazioni espresse dai soggetti dei gruppi sperimentali e di controllo. É apprezzabile l'elevata soddisfazione/engagement e, nel diagramma radiale, una modesta superiorità dei valori in GAMMA per la motivazione intrinseca.

4.5 Exp.5 - Potenziare il MLD con il gioco cooperativo; efficacia e UX di un Learning-Game in autonomia o giocato in coppia

Tabella 4-19 Exp.5 Potenziamento del MLD con il gioco cooperativo; efficacia e UX di un Learning-Game in autonomia o giocato in coppia

1 .LEARNING SETTING			
	Variabili	GAMMA(Set B/ LO3)Gr. Sperimentale	DELTA (Set A/ LO3)Gr.Controllo
1.1	tipologia	Gr. Sperimentale	Gr. Controllo
1.1.1	Learning Support	Elevato – VT+Compagno	Medio - virtual tutoring
1.1.2	Isolamento	Medio	Elevato
1.1.3	Disturbo ambientale	Medio	Basso
2. Learning Object: tipologia			
2	Tipologia LO	Lo3-Learning Game	Lo3-Learning Game
2.1 Learning Object: variabili Instructional design			
2.1.1	Strategia di presentazione	Task centered	Task centered
2.1.2	Formato di istruzione	Learning Game	Learning Game
2.1.3	Merrill's Principles	• Activation (quiz) • Demonstration (animazioni) • Application (costruzione catene) • Integration (soluzione con il compagno)	• Activation (quiz) • Demonstration (animazioni) • Application (costruzione catene)
2.2 Learning Object: Multimedia Learning Design			
2.2.1	Multimedialita' (livello)	Medio	Medio
2.2.2	Information display (livello complessita')	Elevato	Elevato
2.2.3	ML principles: riduzione CL estraneo	Coherence Signaling Redundancy Spatial contiguity Temporal contiguity	Coherence Signaling Redundancy Spatial contiguity Temporal contiguity
2.2.4	ML principles: gestione CL Intrinseco	Segmenting Sequencing Pacing Pre-training modality	Segmenting Sequencing Pacing Pre-training modality
2.2.5	ML principles: rinforzo CL Pertinente	multimedia personalization voice image	multimedia personalization voice image
2.3 Learning Object: Interaction design			
2.3.1	Supporto fisico dei contenuti	XO LAPTOP	XO LAPTOP
2.3.2	Interazione con il virtual tutor	Elevato	Elevato
2.3.4	Controllo sul contenuto (livello)	Elevato	Elevato
2.3.5	Interattività del materiale e dell'interfaccia	Elevato	Elevato

4.5.1 Descrizione dell'esperimento e ricerche di riferimento

L'esperimento 4 si è focalizzato sull'auto-apprendimento nel contesto reale dell'aula scolastica e mirava a stabilire se fosse possibile migliorare l'efficacia formativa di un LO basato su criteri di *multimedia learning* mediante l'applicazione di quattro dei *first principles of instructions* di D.Merrill. L'adozione di una diversa strategia didattica Task-Centered/centrata sul compito (LO3) rispetto a Topic-Centered/centrato sull'argomento (LO2) non ha fatto emergere vistose differenze sia in termini di performance da parte dei due gruppi che per quanto riguarda la valutazione di esperienza d'uso.

L'approccio Game-Based di LO3 permette al discente di visionare il materiale controllando il ritmo di presentazione dell'informazione e misurarsi con due attività di classificazione per l'applicazione dei concetti e *tre esercizi rollover/drag n' drop* per l'applicazione di processi attraverso la costruzione attiva di catene alimentari. Il discente può sempre visionare il materiale determinando la velocità degli esercizi che non sono vincolati da un punto di vista temporale.

Con questo esperimento ci si chiede essenzialmente se ci sono variazioni di rilievo se il setting didattico prevede il gioco cooperativo in coppia e se questo apprendimento gestito tra pari possa contribuire ad elevare i livelli di performance e incentivare la soddisfazione per la partecipazione alle attività educative. Come si può vedere dalla tabella 4.19, entrambi i gruppi hanno ricevuto LO3 ma per gli studenti del gruppo sperimentale DELTA la fruizione è avvenuta in una situazione di 1 : 2, ovvero un computer ogni due studenti.

Entrambi i discenti sono invitati a discutere e negoziare con l'altro le seguenti variabili: velocità della presentazione delle informazioni, scelta delle strategie di gioco, adozione di tecniche per la risoluzione dei problemi, gestione dei feedback del tutor virtuale. Dopo circa un quarto d'ora dall'inizio delle attività sono sempre personalmente intervenuto per chiedere agli studenti di scambiare i loro ruoli in modo che ognuno dei due potesse per metà del tempo di fruizione gestire direttamente l'attività ed esperire le dinamiche di interazione con LO3 in prima persona (controllo diretto delle interfacce, scambio del ruolo di discente attivo).

Le differenze di *instructional design* riguardano essenzialmente l'applicazione del

principio di *integrazione* di Merrill in virtù del quale le nuove conoscenze vanno ad integrarsi più in profondità nelle strutture cognitive degli studenti facendoli riflettere, discutere, o spingendoli a difendere le nuove conoscenze o abilità dimostrandole pubblicamente di fronte ai loro pari.

Anche se l'approccio è centrato sul gioco, agli studenti viene chiesta responsabilità per il proprio apprendimento e per quello del compagno e si chiede di non procedere al "quadro" di gioco successivo se la coppia non è sicura al 100% di aver acquisito le informazioni necessarie. Sempre in tabella è possibile vedere che il livello di isolamento e disturbo ambientali sono considerati come "medi" per la condizione DELTA, perchè gli studenti non possiedono una kit-cuffie a testa ma utilizzano un solo kit in condivisione al fine di poter mantenere comunque una contatto verbale con il compagno secondo questo schema uguale per tutti:

- soggetto a Sx, auricolare Sx in orecchio Dx
- soggetto a Dx, auricolare Dx in orecchio Sx

4.5.2 Osservazioni durante la sperimentazione

Per il setting cooperativo si ipotizzavano complicazioni dovute alla gestione degli auricolari e ai turni di controllo dell'XO laptop ma in realtà non si è verificato nulla di eccezionale se non un incremento del rumore medio in aula, sempre entro livelli accettabili per la prosecuzione dei test.

La scelta di scambiare i ruoli a metà della fruizione si è dimostrata efficace perché abbiamo rilevato una tendenza dei ragazzi più competenti con XO e dei soggetti *In Corso (IC)* a voler prendere per primi e non lasciare il controllo del videogame esprimendo una resistenza all'inversione dei ruoli.

Già durante la sperimentazione si è potuto notare un clima disteso e allegro con un interesse evidente per l'attività didattica proposta in entrambe le modalità.

4.5.3 Composizione del campione

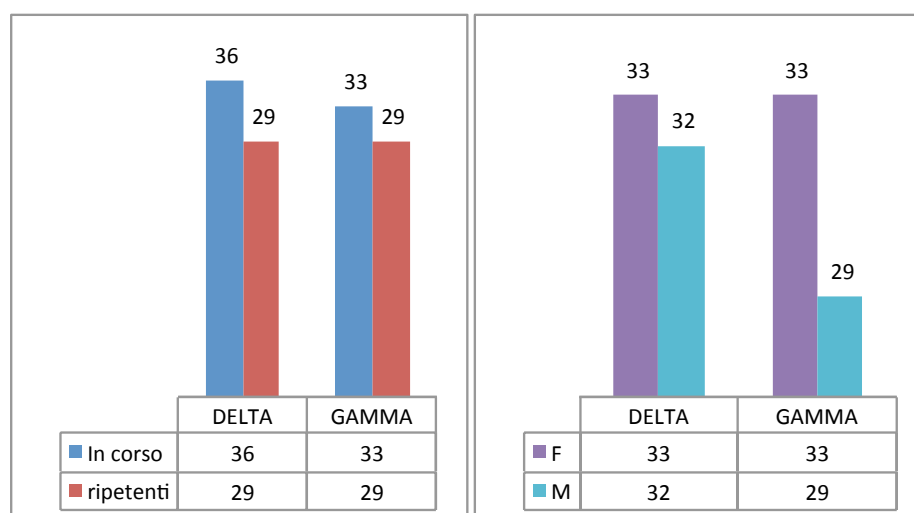


Figura 4-78 Exp.5 - Composizione del campione DELTA /GAMMA

4.5.4 Efficacia del trattamento sperimentale sulle performance

Ipotesi: esistono come si è detto nell'introduzione alla sperimentazione visioni divergenti sull'efficacia di un approccio di tipo costruttivista sociale per l'apprendimento di concetti e processi e il dibattito scientifico a riguardo rimane decisamente aperto. La mia personale ipotesi ritiene che la maggiore guidance che gli studenti possono ottenere dall'esecuzione dei task in coppia e dal reciproco controllo sulla comprensione possa essere un vantaggio. Immaginiamo pertanto che tale miscela di *peer-tutoring* con lo *scaffolding* fornito dal tutor virtuale sia in grado di elevare le performance del gruppo Delta. L'unica riserva in senso negativo riguarda le variabili d'ambiente che possono peggiorare in DELTA (rumore/disturbo in aula) ma immaginiamo che il carico cognitivo estraneo possa essere comunque gestito e compensato in modo efficiente da una diade di lavoro come quella prevista per il Setting B. E' possibile che in virtù del *principio delle differenze individuali* (Mayer 2001) siano i soggetti più svantaggiati a beneficiare maggiormente del design di LO3 in accoppiamento con il setting di sostegno. E' altresì possibile che applicare *l'integration principle*, ovvero la dimostrazione al proprio compagno della propria competenza, possa portare a risultati positivi anche per gli studenti *In Corso (IC)*. Immaginiamo infine che il gioco individuale in GAMMA possa portare a risultati più elevati per il *retention test* dato che ogni studente ha manipolato direttamente le informazioni per più tempo e una visualizzazione più focalizzata potrebbe portare a una memorizzazione più profonda.

4.5.5 Anova Test e analisi dei risultati:

Contrariamente a quanto esposto nelle ipotesi di ricerca non esiste evidenza che il trattamento DELTA possa incidere complessivamente sulle performance generali di apprendimento e nemmeno per i task di soluzione di problemi perchè il valore di p in entrambi i casi ci indica una significatività molto bassa.

Tabella 4-20 Exp.5: Anova Test

COMPL,%	RET-T	COMP-T	PS-T
0,3713	0,03443	0,07472	0,3369

Andremo ad osservare invece il Ret-T e il Comp-T anche se in quest'ultimo $1 < p < 0,5$ e i risultati verranno presi in considerazione pensando alla necessità di futuri approfondimenti di ricerca.

Domanda 1.1: Quale è la condizione che supporta migliori performance di retention, comprehension e problem solving (% CA/TOT)?

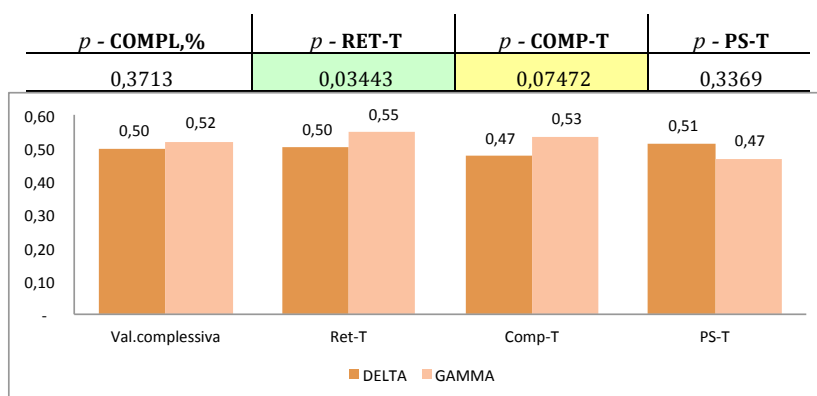


Figura 4-79 Exp.5 : Medie ottenute nei 4 test di valutazione e p value per ogni test

Domanda 1.2: quanto è la differenza di performance tra GS e GC?

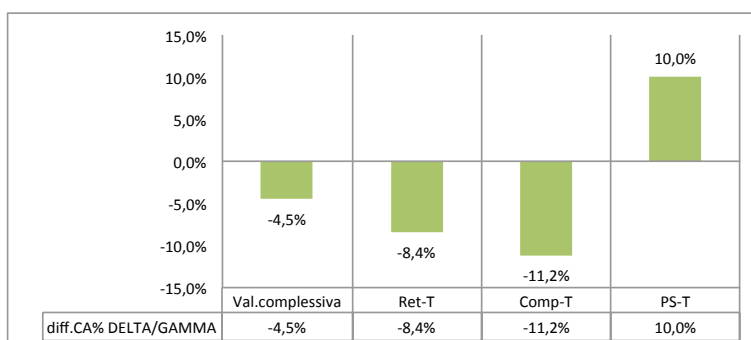


Figura 4-80 Exp.5: Differenza di risposte corrette tra i due gruppi espressa in percentuale

In accordo con le nostre ipotesi iniziali nel Ret-T si hanno valori marginalmente più alti per il ricordo di fatti e concetti nei soggetti del gruppo GAMMA (+8%CA rispetto a Delta). Ciò che invece stupisce è il risultato del *comprehension test* in cui lo scarto negativo del gruppo sperimentale è di -11,2%CA indicando una prestazione leggermente più bassa per la fruizione in coppia.

Domanda 1.3: Come è ripartita questa differenza di risposte corrette tra studenti “In corso (IC)” e “Ripetenti”?

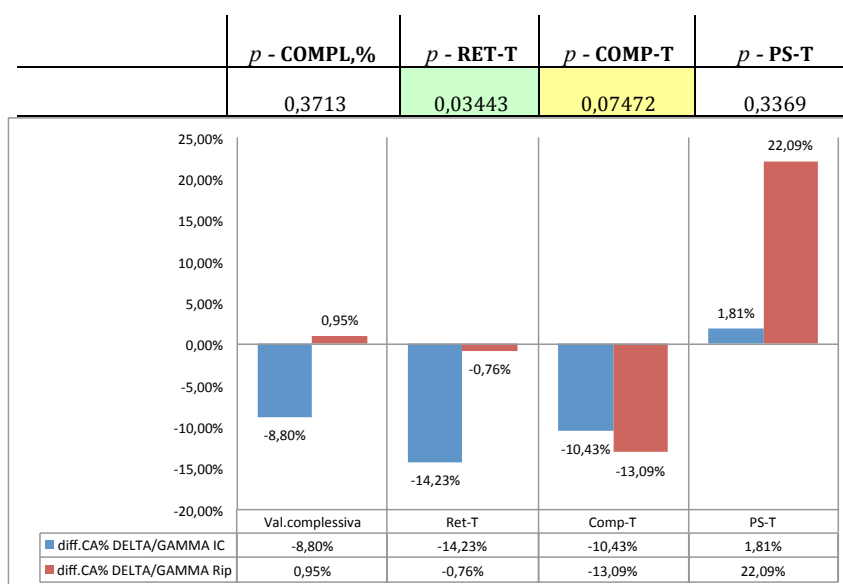


Figura 4-81Exp.5: Differenza di CA tra i due gruppi e tra In corso (IC) e Ripetenti (Rip)

Se andiamo ad approfondire le differenze negli *outcomes* dei due sottogruppi notiamo che per quanto concerne il Ret-T la significatività di *p* indicava un effetto reale del trattamento DELTA ma in negativo. I risultati ci indicano un *non previsto effetto deleterio sulla rievocazione di fatti e concetti per gli studenti In Corso (IC) mentre per i soggetti Ripetenti (Rip) le condizioni di cooperative learning non portano a nessun vantaggio tangibile. Tali risultati vengono replicati e peggiorati ulteriormente nel Comp-T dove l'effetto negativo del setting collaborativo impatta entrambe le categorie di studenti. Non possiamo prendere in considerazione l'analisi delle medie per il problem solving test, nonostante restituisca dei risultati più alti in DELTA (+20%CA per i Ripetenti (Rip)), per la mancata significatività dell'anova test.*

Domanda 1.4: Quanto è forte l'effect size rispetto a tipologia di test (Effect Size ALFA/ETA)?

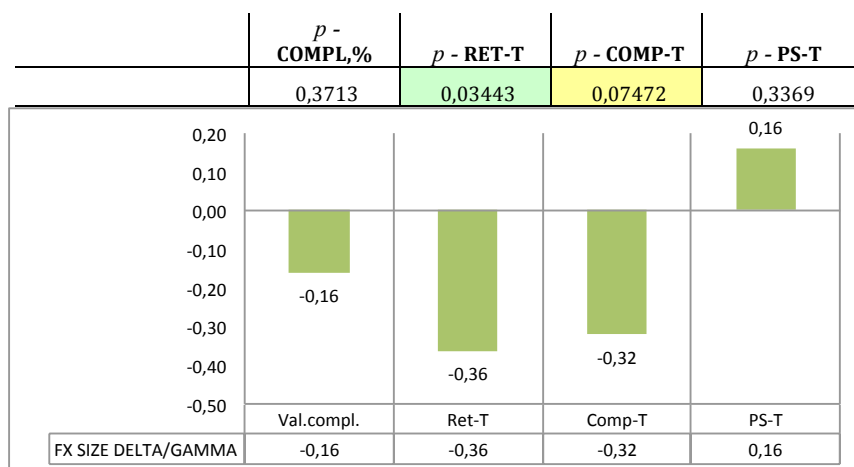


Figura 4-82 Exp.5: effect size rispetto alla tipologia di test

Domanda 1.5: Ci sono differenze significative in termini di effect size tra i sottogruppi “In corso (IC)” e “Ripetenti” (Effect Size ALFA/ETA)?

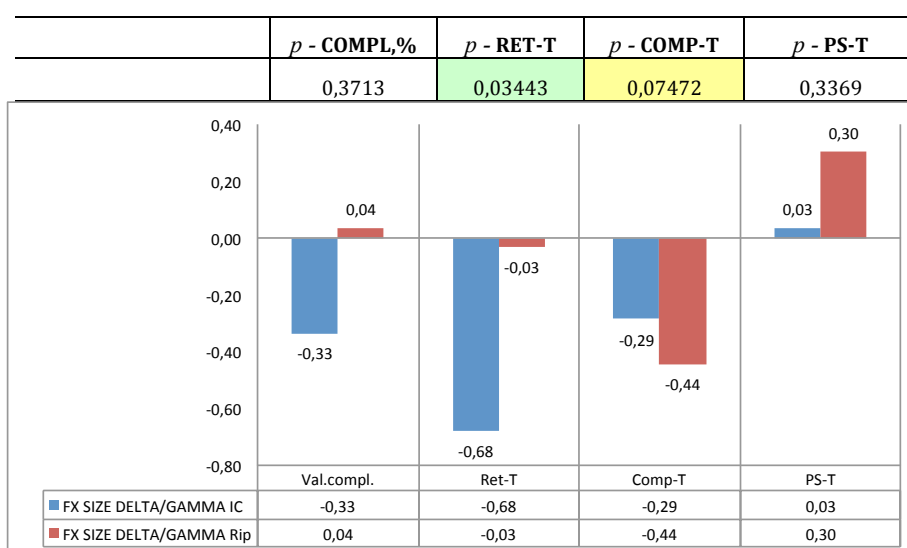


Figura 4-83 Exp.5: differenze di effect size tra i sottogruppi “In corso (IC)” e “Ripetenti” e p value

Andiamo ora ad approfondire l'analisi dei risultati apportando alla discussione le misure di effect size; è possibile notare quanto l'effetto negativo di DELTA sia in realtà moderato negativo o quasi irrilevante dato che è decisamente sotto la soglia di 0,5 (-0,36/-0,32). Calcolando però l'FX per i due sottogruppi scopriamo che

esiste un valore significativamente negativo nel Ret-T per *gli studenti In Corso (IC)* (-0,68) confermando che non esistono evidenze a favore della scelta di un setting di apprendimento cooperativo in quanto non migliorano le performance degli studenti più in difficoltà e peggiorano le possibilità di memorizzazione per i soggetti In Corso (IC). Si ipotizza che questi risultati (da ritenere moderatamente negativi) possano dipendere da uno spostamento dell'attenzione dai contenuti ai processi relazionali ed essenzialmente riconducibili a da due situazioni:

- Gli studenti In Corso (IC) dedicano gran parte delle risorse cognitive ad attività di peer tutoring, alla gestione della relazione, e alle dinamiche di progressione in LO3 sottraendo risorse per la memorizzazione e la comprensione.
- Gli studenti Ripetenti (Rip) sapendo di essere in una situazione di *responsabilità condivisa* pongono in atto strategie di delega dell'apprendimento e riducono il proprio impegno proprio perché sanno di essere sostenuti.

4.5.6 Efficacia trattamento sperimentale per il raggiungimento degli obiettivi didattici

L'anova test ci indica che la significatività del Ret-T è concentrata in O1, l'obiettivo di *ricordo di fatti*: nel nostro caso veniva chiesto di rievocare il maggior numero di nomi di animali presentati sul monitor durante il *runtime* del videogioco. Il test di comprensione dove si chiedeva di applicare i concetti appresi (classi di animali) ad esempi di ecosistemi sconosciuti (O3) è sufficientemente significativo.

Tabella 4-21 Exp.5: Anova test per gli obiettivi O1,O2,O3,O4,O5

	<i>p</i> - O1	<i>p</i> - O2	<i>p</i> - O3	<i>p</i> - O4	<i>p</i> - O5
	0,01464	0,1974	0,07472	0,5477	0,3061

In base ai dati emersi precedentemente il Ret-T era negativo in modo particolare per gli studenti In Corso (IC), ma una più profonda analisi ci dice che tale sbilanciamento avviene solo in O2 dove però non esiste alcuna significatività della varianza. *Pertanto siamo portati a rivedere le conclusioni tratte in base ai valori aggregati e scopriamo che l'effetto negativo di DELTA si manifesta in maniera equanime sia per i Ripetenti (Rip) che per i soggetti In Corso (IC):*

- In O1: Rip -19%CA; IC=-15,1CA
- In O3: Rip -10,4%CA; IC=-13,1CA

Non si tratta di differenze particolarmente problematiche, ma sono il segno tangibile della superiore efficacia formativa della condizione GAMMA rispetto a Delta. Di seguito vengono riportati per completezza gli istogrammi con le medie, le differenze %CA, medie e differenze per sottogruppi. (fig. 4.84, 4.85, 4.86)

La valutazione di questa prima batteria di test verrà completata con il calcolo di effect-size per le sezioni con significatività relativamente accettabile.

Domanda.: 2.1 Quale è la condizione di apprendimento che supporta migliori performance rispetto a specifici obiettivi didattici (% CA/TOT)?

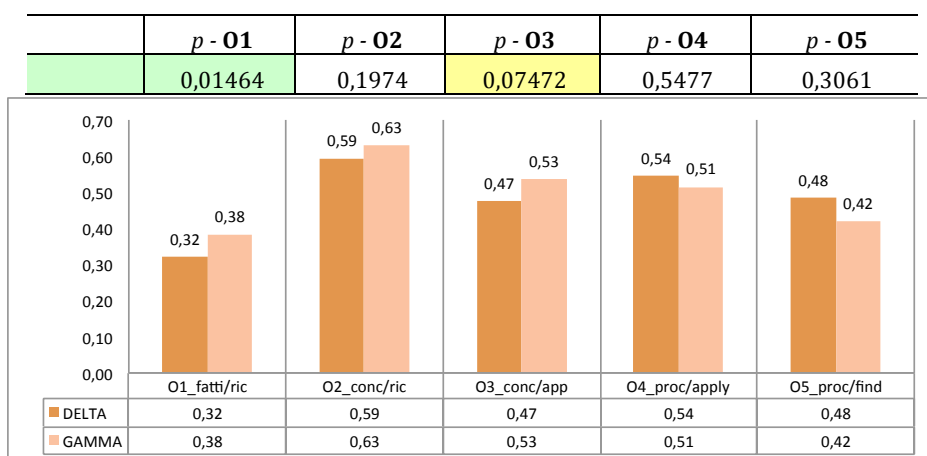


Figura 4-84 Exp.5: medie ottenute nei 5 obiettivi e p value

Domanda.: 2.2 Per ogni obiettivo didattico quanto è la differenza di risposte corrette? (differenza % CA)

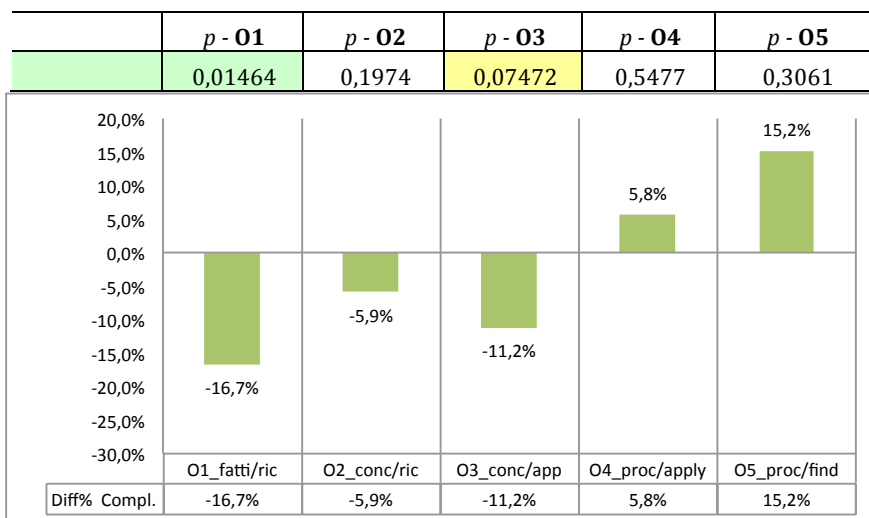


Figura 4-85 Exp.5: differenza di CA espressa in percentuale per i 5 obiettivi e p value

Domanda.: 2.3 Per ogni obiettivo didattico come è ripartita questa differenza di risposte corrette tra studenti “In corso (IC)” e “Ripetenti”?

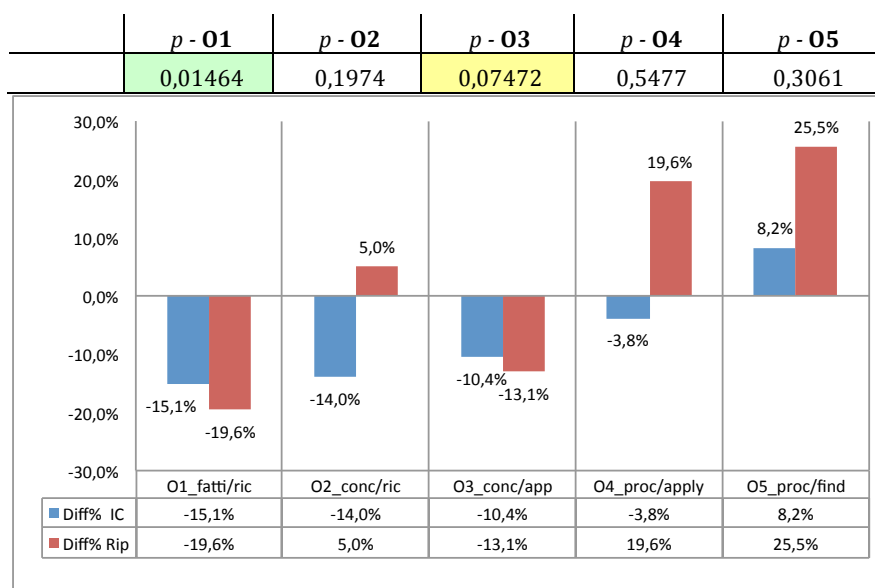


Figura 4-86 Exp.5 - differenza di effect size per i 5 obiettivi e *p* value

Domanda.: 2.4: Per ogni obiettivo didattico quanto è forte l'effect size?

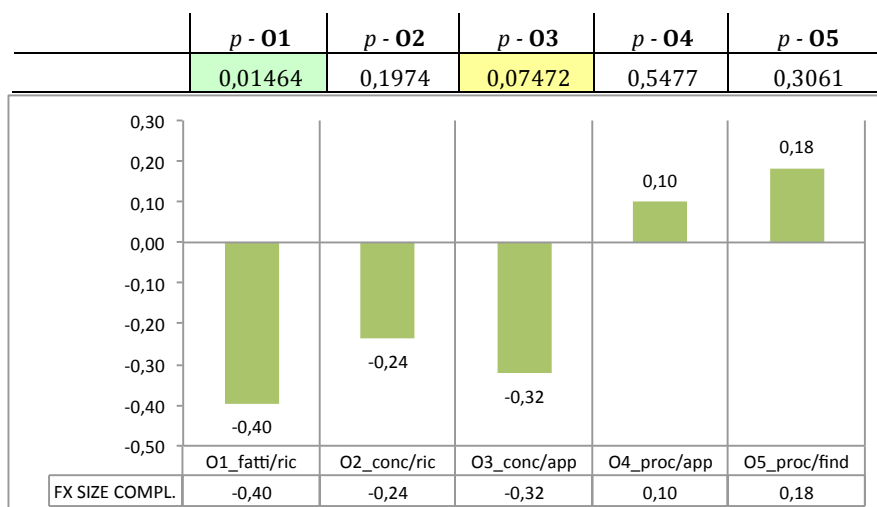


Figura 4-87 Exp.5 Differenza di effect size per i 5 obiettivi

Domanda.: 2.5 Per ogni obiettivo didattico ci sono differenze significative in termini di effect size tra i sottogruppi “In corso (IC)” e “Ripetenti”?

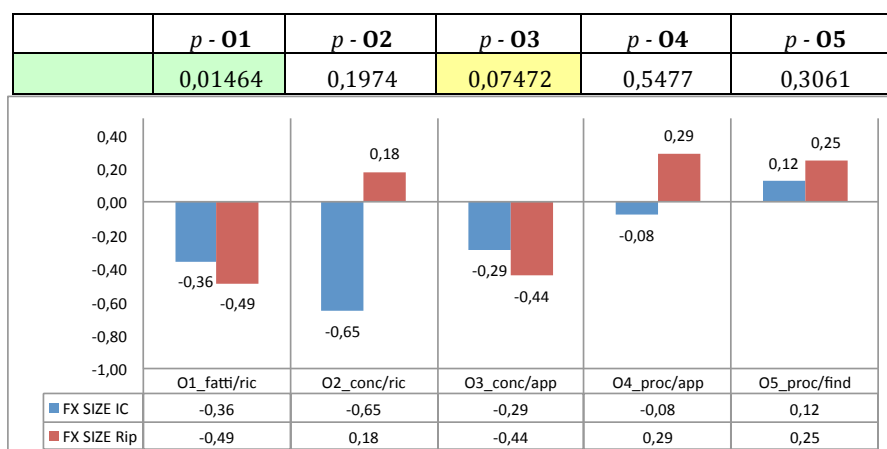


Figura 4-88 Exp.5 Differenza di effect size per i 5 obiettivi (sottogruppi) e p value

A conferma delle analisi precedenti si segnala una forza dell'effetto moderatamente negativa per entrambi i sottogruppi indicando l'uso dei videogame come più efficace se giocato individualmente piuttosto che in coppia.

4.5.7 Efficacia trattamento sperimentale per compiti di problem solving dopo 7 giorni (dps-t)

Anova test e analisi dei dati

Si è ipotizzato una potenziata capacità di risolvere i problemi e nello specifico di applicare i processi della catena alimentare a nuovi contesti (O4 proc_appl) e di derivare uno schema astratto completando un organizzatore grafico differente rispetto a quello proposto nella fase di *runtime* del gioco(O5 proc_find).

Tale ipotesi viene disattesa dall'evidenza sperimentale dato che i risultati del *problem solving test* sottoposti ad analisi della varianza non producono valori tali da farci pensare ad un impatto significativo nè immediatamente dopo la fase di studio (individuale o in coppia) nè a distanza di una settimana dall'evento istruttivo. Per questo motivo si è deciso di applicare l'anova test direttamente ai risultati disaggregati per obiettivo didattico dove invece troviamo una significatività in O4 (applicazione di processi) con $p=0,061$. Considerando tale valore sufficiente per predire un effetto reale del trattamento DELTA sulle performance si procede ora con l'analisi quantitativa delle performance dei due gruppi in O4.

Tabella 4-22 Exp.5: Anova test per gli obiettivi per PS-T, DPS-T e obiettivi didattici

PS-T	<i>p</i> - O4	<i>p</i> - O5	DPS-T	<i>p</i> - O4 7gg	<i>p</i> - O5 7gg
0,3369	0,5477	0,3061	0,1566	0,06132	0,4678

I soggetti del gruppo sperimentale DELTA in contrasto con le ipotesi di ricerca ottengono prestazioni più basse degli studenti che hanno lavorato individualmente (60%CA Vs 70%CA a distanza di sette giorni).

Tale differenza è maggiormente marcata per gli studenti In Corso (IC) (-17%CA) e in ogni caso rilevabile anche per i soggetti Ripetenti (Rip) (-11%CA).

Tale delta negativo se viene espresso in termini di effect size ci rivela un potere negativo del trattamento DELTA pari a -0,4. Secondo Clark, si può considerare trascurabile l'impatto della condizione sperimentale nel caso in cui $0 < FX < 0,2$. Essendo i valori in O4 (fig. 4.91) tra -0,3 e -0,4 si ritiene che il trattamento DELTA sia da considerare meno performante per una competenza chiave come il PS dato che in O4 si misura la capacità di applicare le nuove conoscenze in nuovi contesti.

Domanda 3.4: nel *DPS-T* quale è la condizione di apprendimento che supporta migliori performance per obiettivo didattico? (% CA/TOT)?

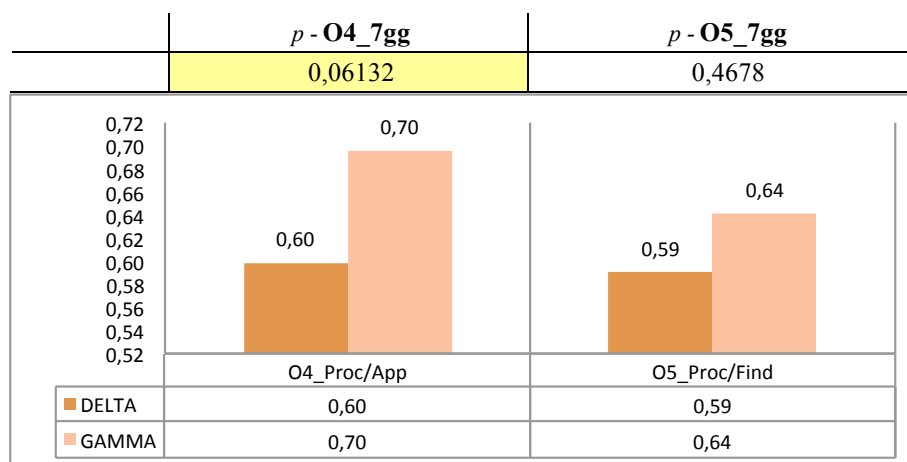


Figura 4-89 - Exp.5: medie degli obiettivi DPS-T e p value

Domanda 3.5 quanto è forte l'effect size dopo una settimana per ogni obiettivo didattico? Esistono differenze significative tra i sottogruppi “In Corso (IC)” e “Ripetenti (Rip)”?

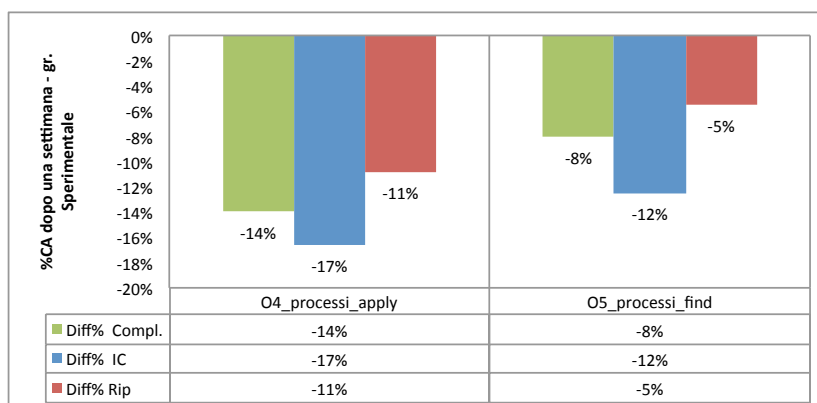


Figura 4-90 Exp.5 - Differenza %CA obiettivi DPST dopo 7gg (sottogruppi)

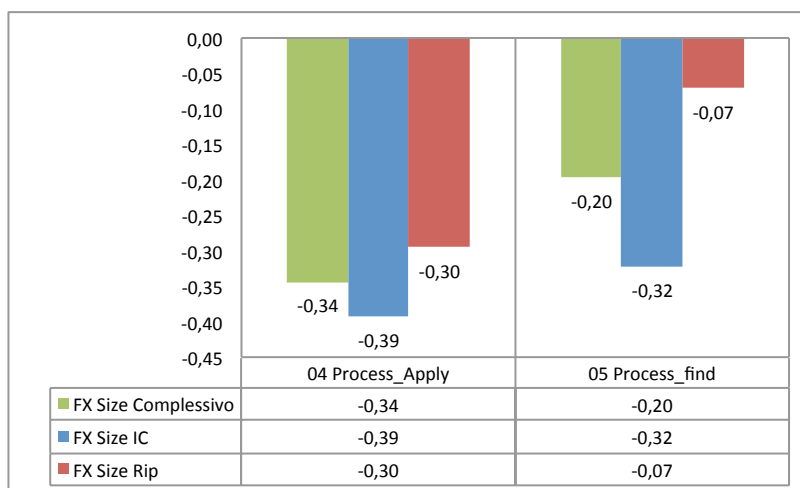


Figura 4-91 Exp.5 – Effect size obiettivi DPST dopo 7gg (sottogruppi)

4.5.8 Analisi dell'esperienza utente (UX) per le due condizioni di apprendimento

Ipotesi: partendo dalle informazioni ricavate dall'indagine preliminare attraverso le interviste in profondità e dall'osservazione diretta è possibile affermare gli studenti sono ben disposti rispetto al lavoro in gruppo e allo svolgimento di attività fianco a fianco con il proprio compagno di banco. A queste considerazioni si affianca l'esperienza diretta della sperimentazione che ha visto un interesse a partecipare attiva sia nella condizione di controllo che in quella sperimentale dove i soggetti si sono dimostrati in grado di gestire positivamente sia la relazione di co-gestione dell'attività, sia l'uso condiviso dell'XO e delle cuffie (viste come gadget/status symbol).

Vediamo per punti le ipotesi di UX per le due condizioni:

1. **Percezione di autoefficacia PRIMA** dell'intervento istruttivo (Autoefficacia - PRE): dovrebbe rimanere identica per entrambe le condizioni a conferma dell'allineamento degli studenti rispetto alle tematiche oggetto di test
2. **Percezione di autoefficacia DOPO** la fase istruttiva (Autoefficacia – POST): Per entrambi le condizioni sono stati applicati tutti i principi di Multimedia Learning e la maggior parte dei *first principle of instruction*. L'*integration* principle di Merrill che prevede la dimostrazione dell'appropriazione del sapere attraverso un confronto critico diretto con i compagni è stata applicata solo in Delta. Si suppone che tale condizione implementata con un numero maggiore di controlli in itinere sull'apprendimento, feedback positivi *guidance* sia del tutor virtuale che del compagno possa aver apportato benefici al gruppo DELTA in termini di percezione di autoefficacia.
3. **Usabilità** del materiale didattico: non si dovrebbero registrare differenze importanti; possibile una differenza a favore di GAMMA per i Ripetenti (Rip) per la presenza di maggiore *guidance* individualizzata.
4. **Chiarezza espositiva:** non si dovrebbero registrare differenze importanti dato che in GAMMA lo studente ha il controllo individuale sull'esposizione; in DELTA tale controllo è condiviso ma si aggiunge la regolazione dello scaffolding reciproco tra compagni che potrebbe livellare le differenze tra Ripetenti (Rip) e In Corso (IC).
5. **Motivazione Intrinseca:** non immaginiamo differenze significative tra i sottogruppi.
6. **Soddisfazione:** è possibile che la soddisfazione estetica sia identica in entrambe le situazioni ma che in GAMMA sia più elevata la soddisfazione per l'uso (divertimento) dovuto al controllo diretto del multimedia.

Andiamo ora a visualizzare la UX percepita nel complesso e per i *In Corso (IC)* e *Ripetenti (Rip)*.

4.5.9 Analisi dei risultati per il gruppo aggregato e UX analysis per *Ripetenti (Rip)* e *In Corso (IC)*

In generale la valutazione complessiva dell'UX per il campione non ci permette di individuare zone di criticità. Gli istogrammi e il diagramma radiale visualizzano quanto in linea di massima l'esperienza utente nelle due condizioni venga valutata in modo molto simile. Non si segnalano differenze rilevanti in nessuna area ma si vi sono livelli più elevati (l'entità è modesta, circa a 0,2 punti) per il gruppo che ha giocato individualmente.

Da segnalare che in entrambe le situazioni di apprendimento i valori di apprezzamento sono discretamente elevati (tra 3,4 e 4) in tutte le dimensioni ad eccezione dell'usabilità. Ci si poteva aspettare un valore inferiore in DELTA per la difficoltà a gestire l'XO in coppia; in realtà per le due condizioni i valori sono praticamente identici.

Le medesime considerazioni sono replicabili totalmente per i sottogruppi In Corso (IC) e Ripetenti (Rip): i diagrammi sembrano praticamente identici a quelli del gruppo aggregato in cui la condizione di controllo GAMMA sembra presentare un vantaggio davvero marginale.

Domanda.: 4.1 Quale è la CS migliore per le sei dimensioni del UX?

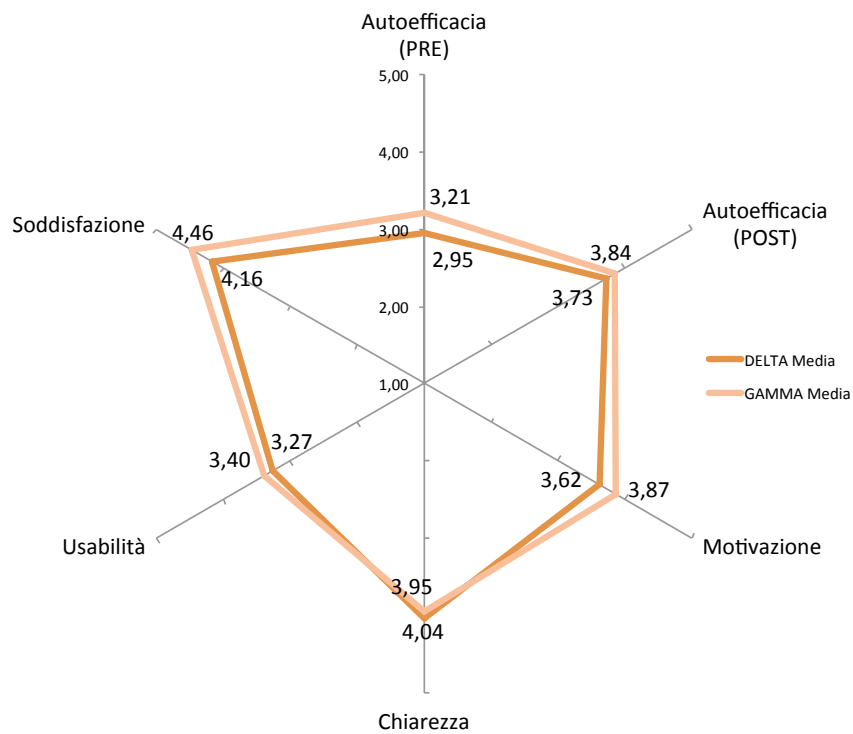
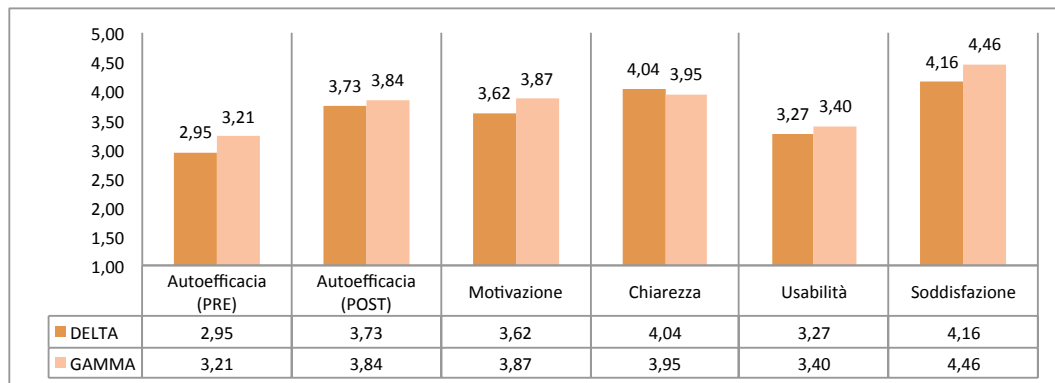


Figura 4-92 Exp.5: Istogramma e diagramma radiale dell'UX

Domanda.: 4.2 Quale è la CS migliore per le sei dimensioni del UX per gli studenti In Corso (IC)?

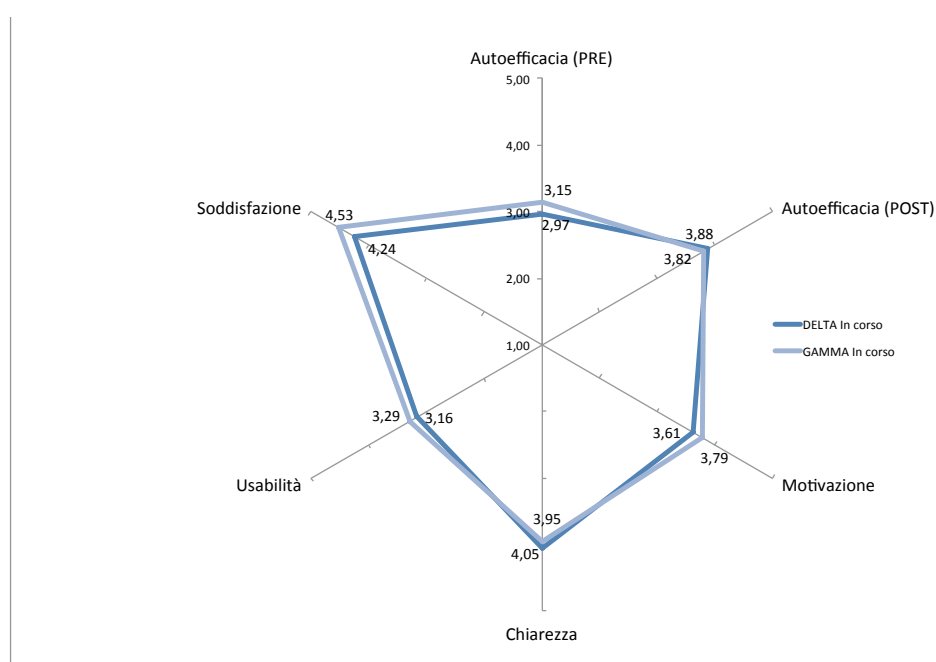
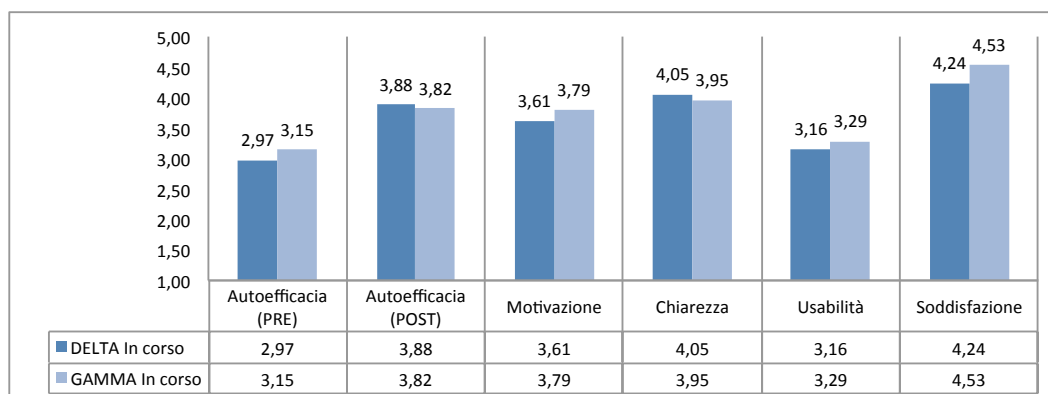


Figura 4-93 Exp.5: Istogramma e diagramma radiale dell'UX per il sottogruppo *In Corso (IC)*

Non si possono rilevare differenze tali da farci supporre un apprezzamento superiore per una condizione o per l'altra. L'unica dimensione che spicca realmente è quella della soddisfazione: per i soggetti In Corso (IC) di entrambi i gruppi il valore medio riportato è molto alto: tra 4,2 e 4,5.

Domanda.: 4.3 Quale è la CS migliore per le sei dimensioni del UX per i Ripetenti (Rip)?

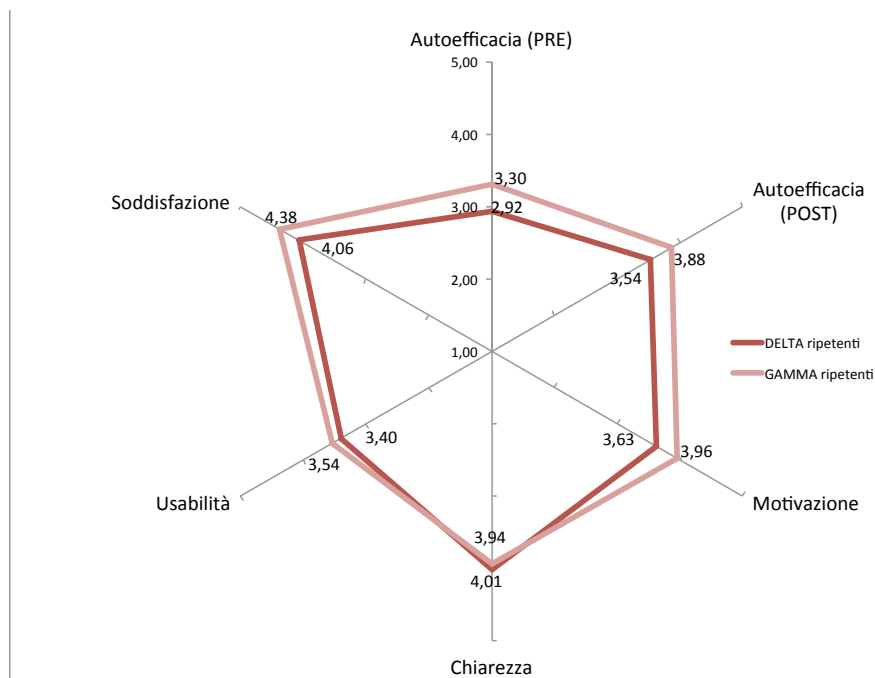
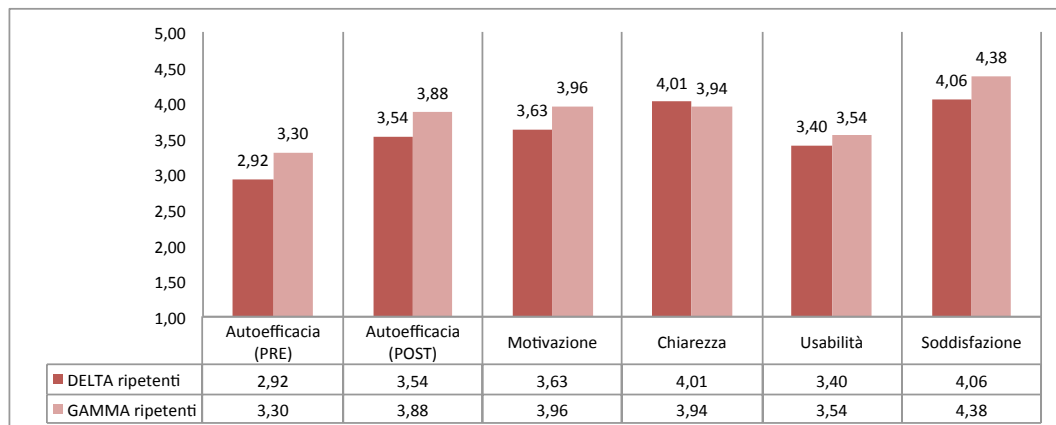


Figura 4-94 Exp.5 : Istogramma e diagramma radiale dell'UX per il sottogruppo Ripetenti

Anche per il sotto gruppo dei Ripetenti (Rip) non si può che sottolineare la modesta differenza tra le valutazioni espresse dai soggetti dei gruppi sperimentali e di controllo. É però osservabile in particolar modo grazie al diagramma radiale un modesta superiorità dei valori in GAMMA che mai supera il mezzo punto. In realtà un segnale d'attenzione viene rivolto al livello di preparazione percepita prima dell'intervento che appare leggermente più basso in Delta.

5 Capitolo 5° – Riflessioni conclusive

5.1 Considerazioni conclusive relative alla sperimentazione:

L'Uruguay è l'unica nazione al mondo in cui ad ogni bambino, ad ogni adolescente e ad ogni insegnante è stato dato un laptop per l'educazione attraverso il programma OLPC – One Laptop Per Child; per questo motivo l'ho scelto come *laboratorio a cielo aperto* per una ricerca sperimentale sull'uso delle tecnologie digitali con ragazzi che vivono in contesti di povertà relativa. L'obiettivo del mio lavoro è fornire indicazioni operative per scegliere *quale* tipo di multimedia adottare in classe e *come* utilizzarlo al meglio.

Mi sono chiesto se per lo studio di contenuti scientifici esistano “formati didattici” più efficaci di altri e se è possibile *migliorare l'esperienza in classe* e al tempo stesso *ottimizzare il carico cognitivo* durante le attività. Per scoprirlo ho coinvolto circa 360 ragazzi tra i 12 e i 14 anni e 16 maestri delle periferie di Montevideo per valutare l'efficacia e l'attrattiva di diverse tipologie di materiali che spiegano la catena alimentare e i livelli trofici.

Variando il *learning setting* di fruizione e il *formato del contenuto* didattico ho progettato *5 condizioni di apprendimento* che sono state testate dividendo il campione in *5 gruppi sperimentali*:

- Gr.ALFA: studio individuale di una dispensa infografica a fumetti su carta
- Gr.BETA: studio individuale di un *tutorial digitale “passo-passo”* (con cuffie)
- Gr.GAMMA: studio individuale con un *learning-game* (con cuffie)
- Gr.DELTA : studio in coppia con un *learning-game* (PC e cuffie condivise)
- Gr.ETA: lezione *euristica* frontale guidata dal maestro e supportata da una presentazione tipo Powerpoint

I Learning Object sono stati realizzati incrementando progressivamente l'interattività del materiale e applicando diverse combinazioni dei principi della *teoria cognitiva dell'apprendimento multimediale* (R.E.Mayer) e dei *principi di istruzioni* distillati da David Merrill.

Le ipotesi iniziali prevedevano che il gruppo ALFA avrebbe ottenuto le performance peggiori mentre BETA e GAMMA avrebbero raggiunto discreti risultati, comparabili o di poco inferiori rispetto al gruppo sottoposto alla lezione

frontale. Si immaginava che *solo il setting collaborativo* avrebbe offerto il *quid* mancante per *raggiungere l'efficacia della lezione euristica in presenza*. Un'altra ipotesi era relativa ai livelli di prestazione che avrei misurato a distanza di una settimana: ero convinto potessero solo diminuire per la mancanza di attività di apprendimento finalizzate al consolidamento degli schemi mentali (compiti a casa, ripresa in classe, esercitazioni, approfondimenti).

In realtà molte di queste ipotesi vengono parzialmente o totalmente disconfermate sia nei singoli esperimenti che confrontano le condizioni a coppie (si veda il Capitolo 4, Exp.1,2,3,4,5), sia in una valutazione complessiva che considera il gruppo ETA (lezione frontale con il maestro) come gruppo di controllo. I grafici di questo meta-esperimento che raccoglie in un unico campione tutti i soggetti (360) sono visionabili in **Appendice A** - "*Autoapprendimento e Peer to Peer VS didattica tradizionale eterodiretta*".

Sinteticamente è possibile affermare che⁸⁹:

- Lo *studio in classe di materiali cartacei* (Gr.ALFA) è sempre sconsigliabile perché espone gli studenti a un setting potenzialmente disturbante e conduce a bassi livelli di performance in tutti i test (*retention/comprehension/problem solving*); specialmente la capacità di risolvere problemi ne viene compromessa (-27% di risposte corrette rispetto al gruppo di controllo).
- lo *studio cooperativo tra pari* (Gr.DELTA) porta a risultati paragonabili a quelli ottenuti con la guida di un adulto esperto, ma le prestazioni sono sempre più basse se comparate con i gruppi BETA e GAMMA.
- i soggetti che studiano individualmente con contenuti interattivi progettati secondo i *Multimedia Learning Principles* e i *First Principles of Instruction*, ottengono *sempre* un rendimento complessivamente migliore rispetto ai soggetti che hanno partecipato alla lezione tradizionale (Gr.BETA e Gr.GAMMA).
- L'uso del pc, l'isolamento acustico con cuffie, il supporto audio e il controllo diretto del discente sul ritmo e sul contenuto influiscono positivamente sulla capacità di *comprensione* di concetti complessi. Infatti, i gruppi BETA e GAMMA ottengono entrambi il 20% di risposte corrette in più rispetto al gruppo di controllo ETA.
- GAMMA (gioco individuale) potenzia la memorizzazione di contenuti informativi elementari come ad esempio i nomi degli animali presentati nel multimedia (Obiettivo1=ricordo di fatti); questo vantaggio è però ottenuto solo dagli studenti *In Corso (IC)* (+16%CA; FX IC=0,71)
- Si evidenzia inoltre che per il trasferimento in altri contesti delle conoscenze acquisite il metodo più efficace è la *padronanza guidata*⁹⁰ gestita attraverso il *fading*, ovvero la

⁸⁹ i dati di sintesi presentati sono solo quelli relativi ai test per i quali l'ANOVA test fornisce un $p < 0,05$

progressiva dissolvenza dell'intervento direttivo (GR.GAMMA). Tale guida selettiva e decrescente associata ad un approccio ludico e interattivo consente una strutturazione più stabile degli schemi mentali. Nel test di *problem solving* somministrato *dopo una settimana* dallo studio in classe, il Gr.GAMMA evidenzia un sorprendente +17% di risposte corrette rispetto al Gr.ETA.

Per quanto concerne l'analisi qualitativa della *User Experience* si può affermare che non esistano distanze particolarmente significative nei livelli rilevati per le diverse condizioni sperimentali, in quanto i soggetti hanno partecipato sempre e solo ad un esperimento e non è mai stato possibile porli di fronte a una comparazione tra due o più *multimedia setting*.

Dall'indagine effettuata emergono comunque alcuni *pattern* interessanti:

- Il **gruppo ALFA** risponde con valori più bassi in tutte le dimensioni testate sia per i soggetti *In Corso (IC)* che per i *Ripetenti (Rip)*
- **l'autoefficia-pre** intervento formativo è medio-bassa ed uniforme per tutti i gruppi e sottogruppi dimostrando un allineamento dei soggetti rispetto alla consocenza della materia.
- **L'autoefficacia post** intervento presenta un incremento della valutazione media da parte di tutti i partecipanti

Per i soggetti Ripetenti (Rip) inoltre:

- i **valori più elevati** sono stati rilevati per i multimedia fruiti in autonomia cioè si per le *condizioni più immersive* (GR.BETA E GAMMA)
- In tutte le dimensioni *le valutazioni* di DELTA (*studio con il compagno*) sono *abbastanza allineate ed equiparabili a quelle della lezione* con il docente (ETA)
- **Chiarezza:** i Ripetenti (Rip) tendono a fornire valutazioni più alte per le condizioni in cui siano presenti altre persona fisiche che possono sostenere e guidare; si può affermare che *DELTA e GAMMA presentano i livelli più alti* per la dimensione della chiarezza espositiva.
- **Motivazione:** sembra che il gioco individuale (GAMMA) fornisca un incremento della motivazione intrinseca mediante la progressiva autonomia attraverso le sfide gradual.
- **Soddisfazione:** i livelli di *engagement* e quindi di soddisfazione per i Ripetenti (Rip), sono come da ipotesi più alti per le esperienze più immersive, ovvero in BETA e GAMMA. Questo accade probabilmente perché i soggetti hanno la possibilità di gestire

⁹⁰ “La padronanza guidata è il veicolo principale per alimentare le competenze. In questo approccio abilitante il modelling cognitivo e gli aiuti istituzionali vengono usati per trasmettere le conoscenze e le strategie rilevanti in passi gradual. Vengono fornite numerose attività per la pratica guidata su come e quando utilizzare strategie cognitive per la risoluzione di diversi problemi. Il livello di guida esterna viene progressivamente ridotto mano a mano che le competenze vengono acquisite. Le attività, gli incentivi e le sfide personali vengono strutturati in modi che assicurano un autoapprendimento motivante e continui miglioramenti”(Bandura 2000)

in prima persona l'interazione con il multimedia, incrementando i livelli di concentrazione e metacognizione sulla progressione dell'apprendimento.

Per i soggetti In Corso (IC) è da segnalare che, contro ogni ipotesi iniziale, il *GR.ETA* riporta valori uguali o superiori alle altre condizioni in tutte le dimensioni tranne che per la *soddisfazione/engagement* dove l'autoapprendimento con il tutor digitale (BETA) stacca di circa mezzo punto il setting con lezione frontale (ETA).

Infine, dopo aver presentato *l'evidenza sperimentale dell'efficacia dell'uso dei learning object in classi 1-to-1*, procederò con alcune riflessioni di carattere generale rispetto all'esperienza di ricerca e concluderò con indicazioni di progettazione didattica per migliorare l'esperienza di apprendimento attraverso l'uso di contenuti didattici multimediali e i laptop per l'educazione.

5.2 Considerazioni pedagogiche sul modello di 1-to-1 computing: l'importanza del Mastery Learning

L'introduzione del modello 1-to-1 nelle scuole di contesto critico implica necessariamente una importante trasformazione organizzativa dell'azione didattica per gli insegnanti, in quanto il clima di classe ne risulta alterato e il maestro deve comunque poterne mantenere un controllo minimo per svolgere correttamente la sua funzione di tutor. Nella gestione della classe il docente non deve dunque essere eccessivamente caricato, sia emotivamente che cognitivamente, in modo che si possa dedicare alla funzione di regolazione fine della didattica.

Nelle classi di contesto critico generalmente più “rumorose” e “facili alla distrazione” l'adozione del modello 1-to-1 inietta ulteriori variabili di disturbo che si moltiplicano con l'aumentare dei dispositivi tecnologici presenti in aula; il maestro deve costantemente triangolare le esigenze di comunicazione direttiva alla classe, l'intercettazione del livello di comprensione dei singoli studenti e la risoluzione delle problematiche connaturate alla tecnologia stessa.

L'individualizzazione dell'insegnamento/apprendimento imposta dal modello 1:1 obbliga il docente ad una ristrutturazione non solo della comunicazione didattica vera e propria (uno-molti, molti-molti, silenzio assoluto), ma anche a un radicale ripensamento della gestione dei tempi d'aula. Come sostiene Calvani (2011), sono

da evitare lunghe esposizioni o all'opposto lunghi momenti di apprendimento per scoperta; in entrambi i casi si perde il contatto con gli studenti perché l'insegnante non svolge la sua necessaria funzione di tutoring e di scaffolding per i singoli e per i gruppi.

“Il tempo scolastico è un bene troppo prezioso per essere sprecato in attività scarsamente rilevanti [...] gli insegnanti perdono il controllo del tempo e di una chiara finalizzazione delle attività didattiche” (Calvani 2009)

L'orientamento del *Mastery Learning* – l'apprendimento per la padronanza di Bloom e Block (1973) - può essere ancora oggi di ispirazione per l'adozione di modelli di istruzione efficace che perseguono l'obiettivo della democratizzazione dell'educazione. Anche attraverso le tecnologie digitali (1:1, PLE, Learning Object).

Sempre Calvani (2009) sottolinea che il *Mastery Learning* si scaglia contro la pericolosa profezia autoverificantesi che esistano studenti di classe A e di classe B in grado o meno di raggiungere accettabili livelli di performance. Ragionando in termini di obiettivi, il *Mastery Learning* punta a far ottenere il massimo livello di padronanza al maggior numero di studenti, se possibile alla loro totalità. L'efficacia di un approccio *Mastery Learning* si ha proprio nei contesti in cui gli studenti appartengono a status socio-economici di fascia bassa.

Di seguito si presentano alcune guidelines dell'apprendimento per la padronanza (Block e Anderson 1978):

1. operazionalizzazione degli obiettivi didattici (misurabilità del raggiungimento dei livelli)
2. tali obiettivi vanno comunicati e condivisi con gli studenti dimostrando loro la fattibilità dei compiti proposti
3. progressione degli apprendimenti dal semplice al complesso
4. valutazione in itinere attraverso prove intermedie che supportino la consapevolezza di autoefficacia rispetto agli obiettivi da conseguire
5. pur privilegiando l'istruzione collettiva, l'insegnante può predisporre didattiche individualizzate per gli studenti più in difficoltà (apprendimento cooperativo-collaborativo eventualmente supportato da tecnologia)

5.3 Usare gli LO in classi 1-to-1: l'ipotesi *Flip your Classroom*

Gli insegnanti intervistati a Montevideo hanno confermato una mia intuizione iniziale secondo la quale l'introduzione "troppo informale" dell'XO in classe riduce il tempo da dedicare alla lezione tradizionale frontale e agli approfondimenti dei temi curriculari declinati nel programma scolastico in unità e moduli didattici.

Per ridurre questo effetto negativo del modello 1:1 è necessaria un'operazione di *instructional time management* in grado di liberare il tempo quotidiano che si svolge a scuola dall'attività di comunicazione trasmissiva tradizionale (lezione frontale) a favore di momenti di formazione più coinvolgenti.

E' da considerare nel solco del Mastery Learning il paradigma emergente del *flip teaching* (o "flip your classroom" = "capovolgi la classe") che potrebbe fornire il frame operativo per allineare conoscenze e competenze dei discenti e ottimizzare le modalità di gestione del tempo spostando il momento dell'acquisizione dei saperi di base *oltre l'aula* attraverso l'uso di materiali didattici autoconsistenti da fruire in autoistruzione.

In estrema sintesi i "compiti" non si svolgono più a casa in solitudine ma in classe usufruendo di feedback e supporto reale mentre sono le "lezioni" vengono gestite a casa avendo la possibilità di autoregolare il ritmo di progressione con XO..

Tale modello ha iniziato a diffondersi proprio con la Khan Academy di cui si è parlato nell'introduzione, che applica l'invito di Block e Anderson a suddividere i corsi in una serie di "mini-corsi" o unità di insegnamento-apprendimento autonome. Il fondatore Shalman Khan, si trova però a ricoprire il ruolo di "involontario innovatore pedagogico"; egli così risponde alle critiche che lo vedono promotore di una modalità di apprendimento piatta, acritica ed alienante:

*"The more that teachers flip their classrooms—with students watching his lectures at home—the more time is freed up for creative activities during the school day, like arts, games, or collectively brainstorming more abstract stuff. "You're actually liberating the classroom; you're making it more human"*⁹¹

⁹¹ http://www.wired.com/magazine/2011/07/ff_khan/all/1

Flip your classroom (FYC) rappresenta un ribaltamento delle priorità della gestione del tempo dell'insegnante e dell'allievo relegando i momenti di istruzione direttiva con interattività limitata allo studio autonomo a casa e valorizzando invece i compiti caratterizzati da una maggiore apertura problematica, all'interazione e al confronto critico con gli altri studenti in classe.

Come viene esplicitato dal *Flipped Class Manifest*⁹²

"The Flipped Classroom is an intentional shift of content which in turn helps move students back to the center of learning rather than the products of schooling."

Questa "rivoluzione" consente di trasformare la percezione che hanno gli studenti del valore del tempo dedicato alla scuola in quanto le ore passate con il tutor e i compagni non si limitano al tradizionale e cognitivamente dispendioso "ascolto passivo", piuttosto esaltano la relazione cooperativa e competitiva finalizzata alla progressiva autonomia e alla pubblica dimostrazione di efficacia.

L'insegnante assume l'auspicata funzione di *coach* che:

- verifica il livello di comprensione dei contenuti studiati in autonomia
- dirige attività di tipo laboratoriale durante l'orario scolastico
- sostiene e accompagna gli studenti in attività di tipo creativo e collaborativo.

Ribaltando la prospettiva didattica tradizionale, il personal laptop come l'XO nei deployment OLPC può divenire ciò che nel capitolo 1 è stato definito Personal Learning Environment. In questa logica di FYC XO si userebbe anche a casa per lo studio dei saperi preliminari alle attività ad alto valore aggiunto da svolgere in classe con i propri pari e la mediazione della figura adulta esperta.

In classe, il PLE non è più solo strumento di consultazione e fruizione di materiali direttivi ma diventa mezzo di produzione individuale e collettiva di artefatti cognitivi; una *macchina per produrre senso* che consente di condividere e comunicare tale produzione con la propria comunità di apprendimento.

Anche la scuola ridefinisce necessariamente il suo ruolo: da luogo oppressivo caratterizzato da una didattica rigida e non centrata sui discenti diventa *spazio*

⁹² <http://www.thedailyriff.com/articles/the-flipped-class-manifest-823.php>

liberato dall'ossessione compulsiva di un consumo superficiale e inconsapevole di stimoli informativi. Al suo interno lo spazio dell'aula diviene una *nicchia ecologica* dove gli studenti sono incoraggiati alla consapevolezza, educati alla concentrazione selettiva, sottratti alla sovraesposizione informativa e alleggeriti dagli stimoli distrattivi.

5.4 Un esempio di sequenza didattica per usare i LO in classe

La giornata tipo della scuola primaria è in genere formata da 4 ore di lezione, spesso difficili da organizzare in modo efficiente. Senza lo studio autonomo a casa, l'applicazione pratica in aula per la produzione di artefatti significativi perde essa stessa di senso, perché non sfrutta alcuna struttura di scaffolding negli studenti. Ad esempio se si chiede alla classe di dividersi in piccoli gruppi e di *“preparare un prodotto o una presentazione multimediale [questo] spesso comporta considerevoli tempi morti almeno per parte degli alunni (acquisire immagini, correggere il layout ecc...)”*; se si considera l'efficacia sul piano dei contenuti questa è *generalmente scarsa*” (Calvani 2009). Emerge dunque per gli studenti il rischio di non venire nemmeno in contatto con le idee portanti della presentazione stessa:

- perché il tempo e le risorse cognitive sono deviate su compiti di natura tecnica, procedurale o su attività per prove ed errori
- perché la logica del lavoro di gruppo a volte comporta un isolamento delle conoscenze che non vengono completamente ricomposte in plenaria
- perché il lavoro collaborativo/cooperativo spesso comporta una delega agli studenti più capaci e preparati che si fanno carico della qualità dell'artefatto finale a sfavore della partecipazione dei meno dotati o dei più timidi

Senza un *apprendimento per la padronanza* in cui ogni studente è invitato ad acquisire gli elementi di base delle discipline, anche l'attività in piccoli gruppi può essere inefficiente e frustrante oltre che portare a fenomeni di *deresponsabilizzazione* nei soggetti più deboli.

Di seguito presento un'ipotesi di sequenza operativa finalizzata a minimizzare i rischi dell'*approccio puro per scoperta*; tale sequenza si può svolgere durante l'arco delle 4 ore standard ed è stata sperimentata durante le mie interazioni con gli insegnanti e le numerose classi uruguaiane:

1. **Fase 1:** l'insegnante verifica che gli allievi abbiano avuto modo di studiare a casa in modalità di autoapprendimento l'introduzione alle attività che verranno svolte (una breve video lezione, test di autovalutazione delle preconoscenze, learning game, riflessioni individuali)
2. **Fase 2:** il maestro comunica gli obiettivi didattici della giornata e la sequenza temporale delle attività (patto formativo) e mostra loro esempi di padronanza di tale obiettivo (*demonstration principle* di Merrill)
3. **Fase 3:** gli studenti si dispongono in un setting di autoapprendimento isolandosi attraverso delle cuffie e interagendo con un breve LO; questo consente di conseguire i necessari livelli attentivi e favorire il focus sul task didattico limitando per via "hardware" le stimolazioni e i disturbi esterni
4. **Fase 4:** l'insegnante suddivide la classe in piccoli gruppi o a coppie e invita a svolgere un'esercitazione e a produrre un contenuto originale basato sulle informazioni di base derivate dal Learning Object
5. **Fase 5:** l'insegnante invita gli studenti a riportare in grande gruppo i risultati dell'attività collaborativa aprendo a valutazioni e critiche costruttive da parte e dei pari
6. **Fase 6:** pubblicazione online sul blog di classe, social network o sulla piattaforma di e-learning in uso (*integration principle*)
7. **Fase 7:** l'ultimo step è gestito e guidato dal docente e consiste in una sistematizzazione guidata della conoscenza e delle acquisizioni e verifica l'effettivo raggiungimento degli obiettivi didattici dichiarati all'inizio della mattina individuando eventuali necessità di recupero individualizzato.

Questa è solo un'ipotesi di sequenza che tenta di ibridare in un'ottica di MLD più punti di vista:

- **I principi di istruzione di Merrill:** che basano l'evento istruttivo sulla soluzione di task/problemi, sull'attivazione delle preconoscenze, sulla dimostrazione della possibilità di raggiungere l'obiettivo, sull'applicazione della nuova conoscenza in altro contesto, sulla necessità di esporre pubblicamente il reale conseguimento dei risultati attesi
- **Il modello delle e-tivitis di Salmon (2002)** che prevede 1) un messaggio istruttivo di innesco (Spark), 2) il completamento di un compito o la risoluzione di un problema (Task) 3) organizzazione del tempo da parte del docente (Timeline), 4) lettura e confronto critico dei contributi individuali (Respond)
- **Orientamento cognitivista/comportamentista:** per il design dei Learning Object - stimolo da fruire in autonomia, in accordo con i principi di Multimedia Learning Design e con la teoria del carico cognitivo.

- **Orientamento costruttivista/sociocostruzionista:** per le attività collaborative finalizzate all'esaltazione della dimensione creativa e partecipativa con la produzione e pubblicazione di artefatti cognitivi originali

5.5 Un anno di ricerca in Uruguay: considerazioni

L'esperienza diretta di osservazione e ricerca in America Latina (nove mesi in Uruguay e due mesi nel sud del Brasile) ha confermato che nei ragazzi delle scuole 1-to-1 *“l'apprendimento implicito (Work flow learning), ovvero il fatto di apprendere cose svolgendo delle attività non direttamente rivolte a quegli apprendimenti accredita l'idea che tra una scuola scarsamente motivante e vecchia [...]e ambienti informali, stimolanti e divertenti, finiscano per essere più significativi i secondi”* (Rivoltella 2011).

D'altra parte vi è l'ipotesi di Calvani (2011) secondo cui *“una visione spontaneistica e ottimistica dell'apprendimento proietta sul bambino capacità e disposizioni che sono in realtà proprie dell'adulto e del ricercatore [...] immaginano ingenuamente un bambino consapevole capace di auto-orientamento, già predisposto a ristrutturare autonomamente i propri schemi cognitivi nel senso auspicato o ad agire come un ricercatore, se lasciato fare o lievemente sollecitato dall'educatore”*.

La visione *costruzionista papertiana* su cui si basa il programma OLPC è stata deleteriamente inficiata dalle posizioni demagogico-deterministe del suo fondatore Nicholas Negroponte, seconde le quali la semplice “esposizione” dei bambini alle tecnologie didattiche pone le condizioni necessarie e sufficienti per un loro apprendimento autonomo e consapevole. Si tratta della conferma di involontarie proiezioni di pedagogisti e illuminati imprenditori sulla figura del bambino, che diventa *piccolo hacker* o *piccolo ricercatore*.

Non intendo comunque sottrarmi alla constatazione dell'effettiva inefficacia del sistema scolastico uruguayano in rapporto agli standard che auspica perseguire per i propri allievi. In America Latina (come dimostra soprattutto l'esempio peruviano approfondito nel capitolo 2) il corpo insegnante impiegato nei cosiddetti contesti critici è esso stesso un *soggetto debole* esposto alla precarietà economica e, per certi versi, impotente di fronte alle trasformazioni imposte dal modello 1:1. Sono gli stessi maestri che sono privi delle necessarie basi formative sia per quanto

riguarda teorie, tecniche e modelli per la didattica efficace, che per quanto riguarda le *grandi idee organizzatrici delle discipline* di base. E' chiaro che non è possibile che tale gap formativo degli insegnanti sia colmato in breve tempo. Per migliorare la qualità del sistema educativo, l'ipotesi del modello 1:1 punta direttamente a fare in modo che siano i soggetti di educazione a farsi promotori di tale miglioramento attraverso logiche di *peer to peer* e di autoapprendimento. In una sola frase sono gli *studenti stessi a doversi "autosalvare"* (anche supportati da tecnologie di potenziamento cognitivo e dalle reti) in quanto tale risposta compensativa non potrà arrivare in tempi utili né dal sistema educativo, né dai singoli volenterosi insegnanti. Per questo motivo la posizione tecno-utopista non priva di evidenze empiriche, che vede nel digitale e nella banda larga le due leve in grado di democratizzare rapidamente l'educazione, continua ad esercitare un fascino indiscusso.

In questo senso vorrei concludere con alcune suggestive posizioni su questo tema offerte dal mio caro amico Evan Henshaw-Platt (hacker, attivista anarchico, nonché uno degli ideatori del celebre social network *twitter*). Riporto di seguito la traduzione di un'intervista che gli è stata fatta dal quotidiano uruguayano "La diaria"⁹³ dove si esplicita la sua visione libertaria:

"Credo che l'Uruguay abbia tutte le caratteristiche per sviluppare una fortissima comunità hacker proprio grazie al Plan CEIBAL e all'applicazione su grande scala del modello 1:1. La gente in questo paese ancora non conosce l'effetto che avrà Ceibal. Qui è stato promosso un progetto di inclusione sociale e si è diffusa la convinzione che internet e i computer sono il futuro, ma gli hacker [...] le persone che stanno inventando nuovi linguaggi di programmazione, le persone che hanno fatto e continuano a fare Linux, hanno iniziato a fare tutto questo quando erano piuttosto piccoli, tra i cinque e i dieci anni. Alcuni "vecchi" hanno cominciato all'età di 15 anni. [essere hacker] è come essere esperti nel suonare il violino: si inizia da molto giovani e a 18, 20 anni improvvisamente si è pronti per fare un concerto alla Carnegie Hall. Il plan Ceibal è un sistema che permette ai bambini che vogliono sperimentare di poterlo fare e di essere autodidatti nel farlo. La filosofia di OLPC[One Laptop Per Child] promuove l'autoapprendimento molto più del modello tradizionale: l'idea è quella che non si ha necessariamente bisogno di un insegnante, è la filosofia libertaria che viene dal MIT e dal mondo hacker. [...] In cinque anni ci sarà già una generazione di bambini capaci di autonomia [...] e se solo il 5% di loro diventasse hacker sarebbe un grande successo. Perché sarà un 5% e non uno 0,05% [come accade negli altri paesi]. Questo porterà ad un grande cambiamento

⁹³ <http://ladiaria.com.uy/articulo/2012/3/libertad-programada/>

perchè Il loro modo di apprendere si basa su un'idea molto diversa rispetto a quella delle generazioni precedenti in Uruguay. Ciò comporterà il cambiamento sociale."

5.6 Piccoli miracoli quotidiani con la didattica multimediale: diario di una giornata di sperimentazione

Tutti mi chiedono: “ma che ci fai in Uruguay? che c’è di tanto speciale laggiù?” E allora io racconto questa piccola storia di sperimentazione quotidiana. Sto visitando una classe del 3°anno di una scuola delle difficili periferie di Montevideo e durante l’intervallo mi avvicino a una bimba che è letteralmente incollata allo schermo del suo XO-Laptop. Sta giocando ipnotizzata con un *videogame arcade* degli anni ’80 e osservandola bene mi rendo conto che:

- la bambina sta usando il suo laptop con sistema operativo Linux
- all’interno del quale ha aperto una finestra con un’emulazione di Windows
- all’interno della quale ha aperto una finestra con un’emulazione di una console Nintendo DS
- all’interno della quale gira (lento) il videogame che ha scaricato da internet
- come si dice in gergo, il gioco è craccato. Illegalmente.

Ho gli occhi sbarrati e balbetto la domanda più stupida che mi viene in mente: “dove hai imparato a fare questo?” Lei risponde che è stata Lucia indicandomela con il ditino. Io corro da Lucia e chiedo “...e tu? Da chi hai imparato?” Lei mi dice che lo ha imparato da Anna che a sua volta lo ha imparato da Ramon che l’ha imparato da suo fratello più grande che fa la secondaria e ha scaricato un tutorial da *internet*. Rimango senza parole e dico tra me e me “ecco perché sono in Uruguay”.

Oggi è uno dei miei ultimi giorni in questo paese: son passati sei mesi, poi in un soffio altri sei. Tutti fuggiti troppo veloci tanto che la nostalgia si fa strada ancor prima dell’imminente partenza. Il cielo di questo pomeriggio di primavera è finalmente terso e mentre cammino con il sole a picco sulla testa provo a calcolare quante centinaia di autobus cigolanti ho preso durante quest’anno, mi chiedo quanti chilometri hanno consumato le mie scarpe correndo da una scuola all’altra, mentre mi perdevo tra i *barrios* della capitale.

Sono terribilmente in ritardo, smetto di camminare e corro tra le strade di Casavalle - il celebre Borro – un quartiere dove anche le forze di polizia entrano in punta di piedi perché si dice *non siano le benvenute*. Quello del Borro è un nome che a pronunciarlo a Montevideo suscita istantaneamente volti scuri e preoccupati oltre che una buona dose di pregiudizi ingiustificati. Entro nel *patio* della scuola

n°321 e i bambini mi sciamano attorno incuriositi, tutti con grembiolino bianco, fiocco azzurro d'ordinanza e molti di loro portano a tracolla la *ceibalita*, il loro amato laptop verde e bianco.

La maestra Graziella mi accoglie con un abbraccio, ma prima di iniziare a lavorare non mi posso sottrarre al rituale sociale del *mate caliente* con le altre *profesoras*. Graziella versa l'acqua bollente nella *matera*, un contenitore ricavato da una piccola zucca e ricolmo di *erba mate* e me lo passa: bevo con una cannuccia metallica chiamata *bombilla* e il gusto amaro del *mate* mi sveglia il palato e la mente in un istante. Conversiamo disposti in cerchio mentre il *mate* passa di mano in mano creando un circuito di fiducia e condivisione. Sto lavorando solo con scuole catalogate come *contexto critico extremadamente desfavorable*, ovvero l'ultima fascia in termini di indicatori socioeconomici e oggi sarò in una classe che anche qui è considerata "*difficile*". In realtà è un gruppo di adolescenti vivaci, a tratti ribelli che scalpita perché è l'ultima settimana prima della fine dell'anno. Ma ciò che preoccupa le insegnanti è che i loro ragazzi sono al bivio del cosiddetto *sexto grado*: l'ultimo anno della scuola primaria dopo il quale alcuni inizieranno la secondaria mentre molti altri si incammineranno su una strada lastricata di precarietà e piccoli espedienti.

Ci siamo conosciuti la settimana scorsa per il primo test e si è instaurato un ottimo rapporto sia con Graziella che con la classe. Sette giorni prima ho centrato il bersaglio facendo capire che non sono con loro solo per raccogliere dati: non sono in Uruguay per "rubare" informazioni ai *soggetti* dei miei esperimenti e poi fuggire in Italia per scrivere ed eventualmente pubblicare qualche articolo. Il mio obiettivo è un altro. Anch'io provengo da un quartiere difficile, per certi versi molto simile al Borro ed è per questo che nel mio piccolo cerco *alternative* alla formazione tradizionale: cerco soluzioni per un'educazione informale, agile, leggera ma efficace e adatta a chi una formazione superiore proprio non se la potrà permettere.

Iniziamo subito il *delayed-test*, una prova di problem-solving sulle *catene alimentari* somministrata a sorpresa a distanza di una settimana dal primo incontro. Pare incredibile ma nessuno oppone resistenza e il gruppo è insolitamente veloce, diligente, attivo. Ho la sensazione che le prestazioni dopo

sette giorni possano essere addirittura migliori! Il primo a finire si avvicina e mi "sottrae" la *dispensa infografica* usata con altri studenti, un libretto a fumetti piuttosto attraente. Gli chiedo un parere, un punto di vista "estetico", se gli piace, se preferisce l'attività con il Pc oppure è meglio studiare sulla carta stampata. Finiscono anche gli altri e tutti mi chiedono di poter vedere il materiale. Poi accade qualcosa di non previsto: iniziano a sfogliare i libretti con fare distratto e finiscono per mettersi a studiare senza nemmeno accorgersene... lo fanno senza nessuna spinta esterna: tutta motivazione intrinseca! Nel frattempo è calato un silenzio surreale, solo il suono del voltar di pagina; la maestra Graziella mi guarda stupita e apre le braccia a ventaglio. Poi li invita a cercare sul libro di testo le *catene e le reti alimentari* e a pg.55 c'è uno schema complesso ma poco leggibile. Alcuni ragazzi (Ripetenti (Rip), solitamente apatici) si precipitano senza preavviso alla lavagna e a più mani iniziano a estrarre e a disegnare catene lineari dalla rete alimentare del libro. Addirittura mi fanno notare che lo schema contiene errori: "alcune frecce sono sbagliate!". Sembrano quasi esaltati dalla loro consapevolezza: sanno cosa hanno appreso e sanno anche come usarlo. Sono commosso... ma la campanella mi salva: uno ad uno vengono a salutare, abbracciare, ringraziare!

L'Uruguay si è appena classificato 4° ai mondiali di calcio e si respira un'aria di fiducia e rinnovamento. I ragazzi sfilano nel patio e mi invitano a giocare a pallone ma la maestra Gabriela mi corre incontro e mi porta dritto nella sua aula con al seguito una banda di bimbi di 6/7 anni del 1°grado. Quando prendono posto, Gabriela va alla lavagna e chiede: "Miguel, una vacca è un erbivoro, un carnivoro o un onnivoro?" e il bimbo risponde quasi scocciato, "maestra... è un erbivoro, perché mangia l'erba!". Poi è il turno di Kimberly: "...e l'uomo? È un onnivoro, un carnivoro o un erbivoro" e lei risponde "...ma maestra... è un onnivoro perché mangia di tutto!". Ho gli occhi spalancati e sono senza parole. Ultima domanda... "cosa sono i funghi? produttori, consumatori o decompositori?". Joaquin risponde gridando per primo "...decompositoriii!".

Allora mi chiedo come sia possibile e le domando "...Gabriela, sei stata tu, vero? Hai tenuto una lezione sulla catena alimentare!". Lei sorride. Invece si avvicina Veronica (7 anni) e mi spiega che la settimana precedente avevano prestato il loro XO laptop per l'esperimento dei compagni più grandi e questi hanno lasciato sui

loro computer i multimedia interattivi sulla catena alimentare. Veronica è tornata a casa e, trovato il nuovo *learning-game*, ha iniziato a giocare e ad imparare in autonomia solo per il piacere di farlo. Joaquin orgogliosamente mi dice: “io l’ho finito tre volte!!” come se stesse parlando di Super Mario Bros. Veronica chiosa: “troppo simpatico il Prof. Haragan! (il “prof.pigro”, il tutor virtuale), la sua voce mi fa ridere!”. E pensare che il materiale era pensato per pre-adolescenti... i bambini di primo grado si sono dimostrati delle vere “spugne”! Ma la maestra ha in serbo per me l’ultima sorpresa, la più gradita: Edoardo è un piccolo e pestifero ripetente di quasi 8 anni al quale sono particolarmente affezionato. E’ intelligentissimo e scansafatiche, ma da mesi è entrato in un vero e proprio sciopero della scrittura. Proprio non ne vuole sapere di usare le matite colorate come i suoi compagni. Ma questa settimana li ha visti giocare con l’XO laptop e il gioco della “cadena alimenticia” e ha capito che per giocare bisogna compilare un formulario con nome, cognome, classe etc,... Un altro piccolo miracolo del *multimedia learning*: Edoardo si è sbloccato attraverso la motivazione al gioco e ha ricominciato a scrivere con il suo pc partendo dal suo nome e poi, zitto zitto, ha fatto ricomparire gli esercizi anche sul suo quaderno di carta.

Mentre dondolo sull’autobus che romba verso il centro, sono turbato. Penso ai detrattori dell’introduzione delle tecnologie a scuola e a chi sostiene che vi sia la volontà di contrapporre l’insegnante alle macchine. Sorrido e penso al racconto di Magda Pischetola, amica e collega che ha lavorato in Etiopia con il progetto OLPC. Raccontava di classi con 60 bambini e un solo maestro disperato. Allora penso che nei contesti critici *i maestri sono una risorsa preziosa ma scarsa* e che la tecnologia non può né deve sostituire nessun maestro... semplicemente perché in molti casi *il maestro non c’è*! La situazione etiope non è comparabile con i *barrios* difficili di Montevideo o le classi europee, ma quando penso ai ragazzi del Borro, so solo che dopo il 6°anno molti si trasformeranno in *drop-out*, il tempo della scuola finirà con l’istruzione primaria e finirà il tempo dei maestri e delle loro cure. E l’unico antidoto all’espulsione dal sistema formativo e alla condanna alla *scuola della strada*, sarà quello di stimolare e coltivare la loro pulsione all’autoformazione favorendo l’apprendimento continuo tra pari per fare in modo che questi ragazzi rimangano agganciati alle reti di sostegno dei compagni. Anche attraverso le tecnologie digitali.

Appendice “A”: “Autoapprendimento e Peer to Peer VS didattica tradizionale eterodiretta”

Figura 0-1 Performance complessive per i 4 test (Gruppo di controllo=ETA)

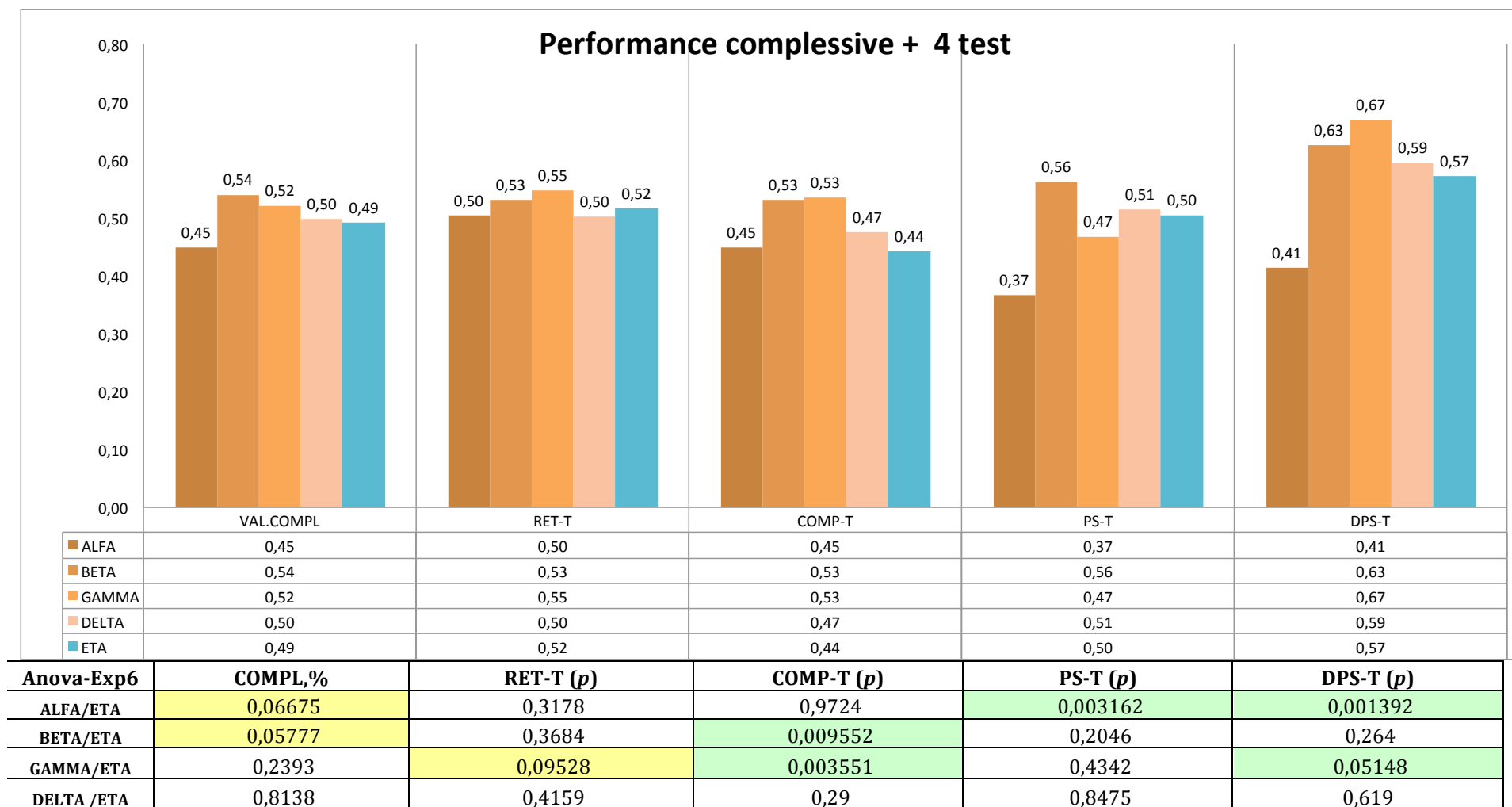
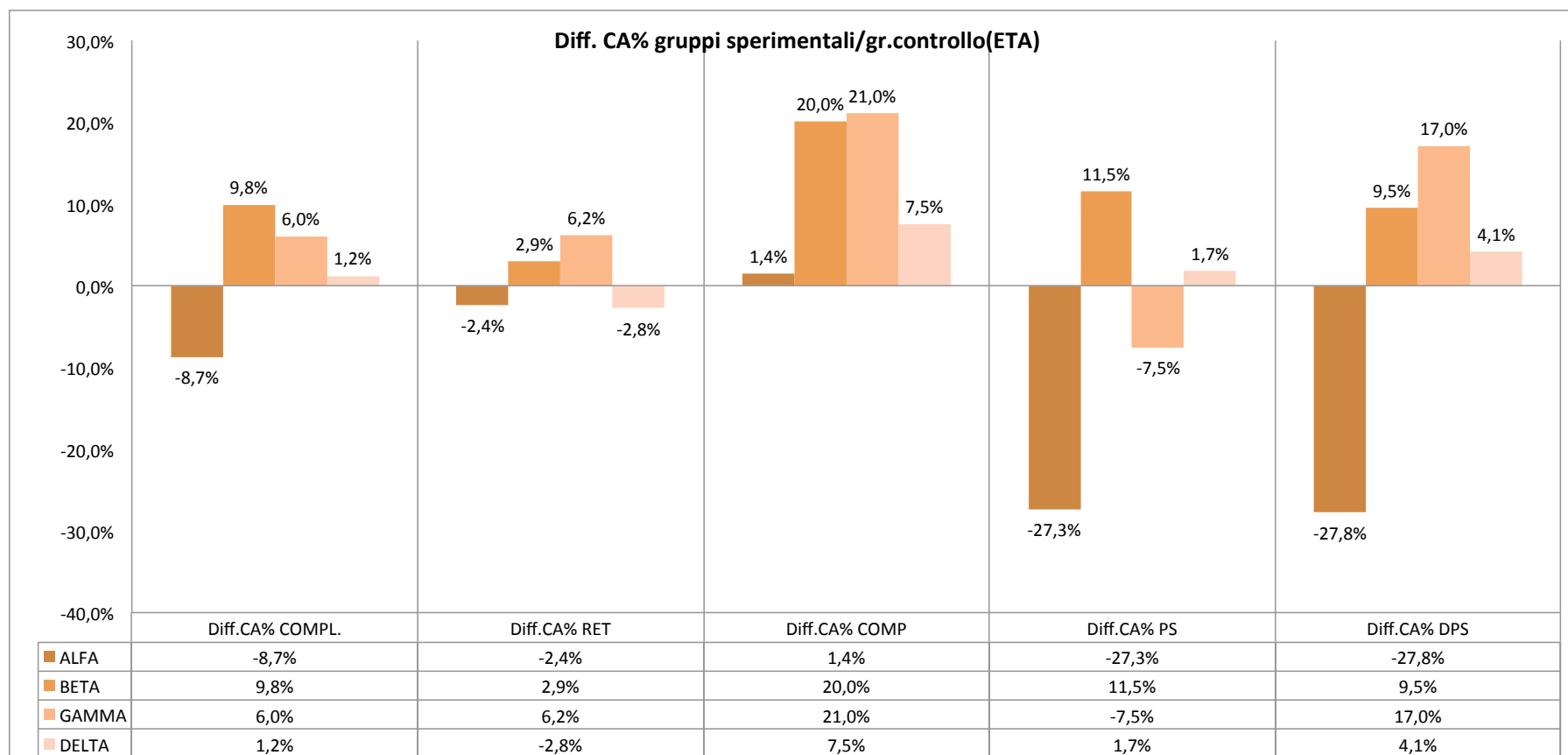


Figura 0-2 Differenza di risposte esatte i gruppi sperimentali e il gruppo di controllo (ETA)



Anova-Exp6	COMPL,%	RET-T (p)	COMP-T (p)	PS-T (p)	DPS-T (p)
ALFA/ETA	0,06675	0,3178	0,9724	0,003162	0,001392
BETA/ETA	0,05777	0,3684	0,009552	0,2046	0,264
GAMMA/ETA	0,2393	0,09528	0,003551	0,4342	0,05148
DELTA /ETA	0,8138	0,4159	0,29	0,8475	0,619

Figura 0-3 Effect size per ogni condizione sperimentale rispetto a ETA

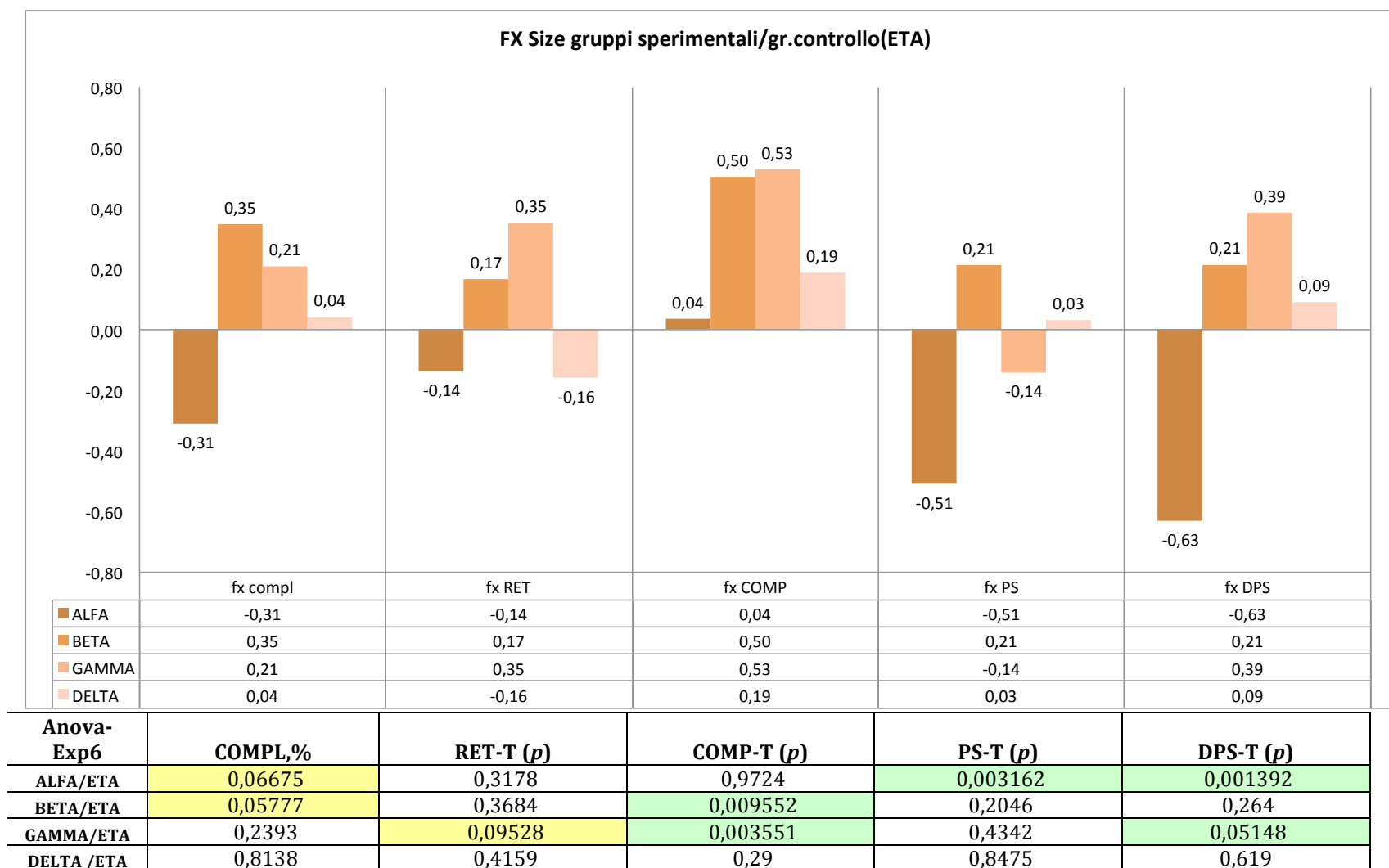


Figura 0-4 Effect size per ogni condizione sperimentale rispetto a ETA (Ripetenti)

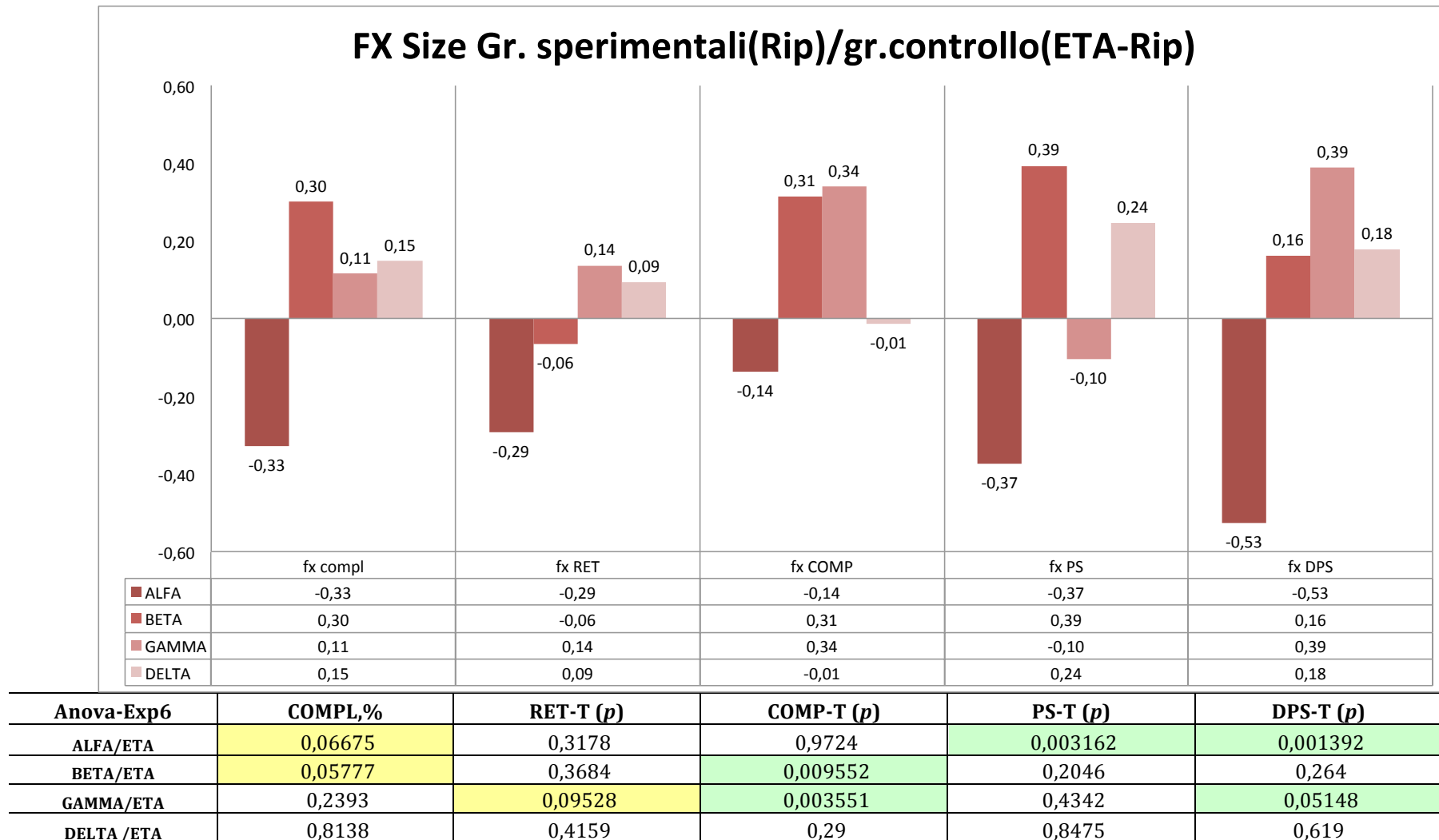
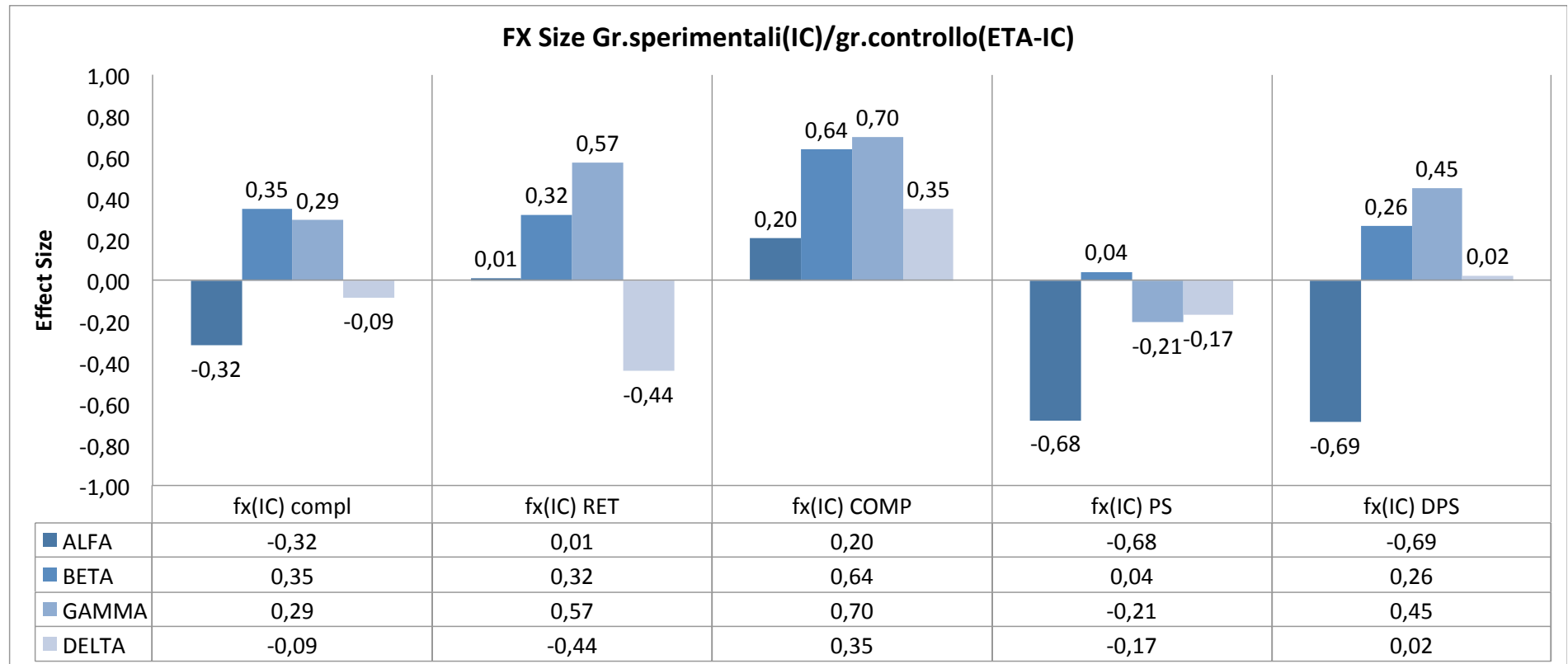
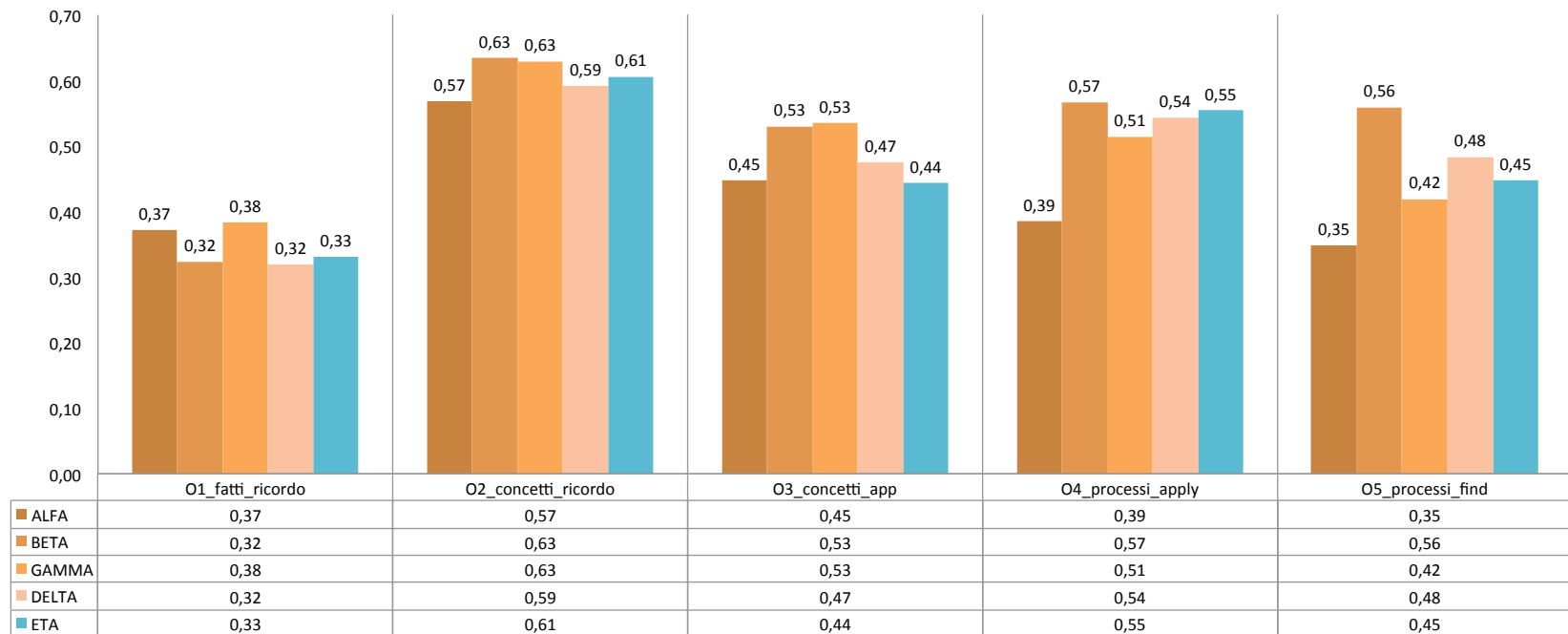


Figura 0-5 Effect size per ogni condizione sperimentale rispetto a ETA (In corso)



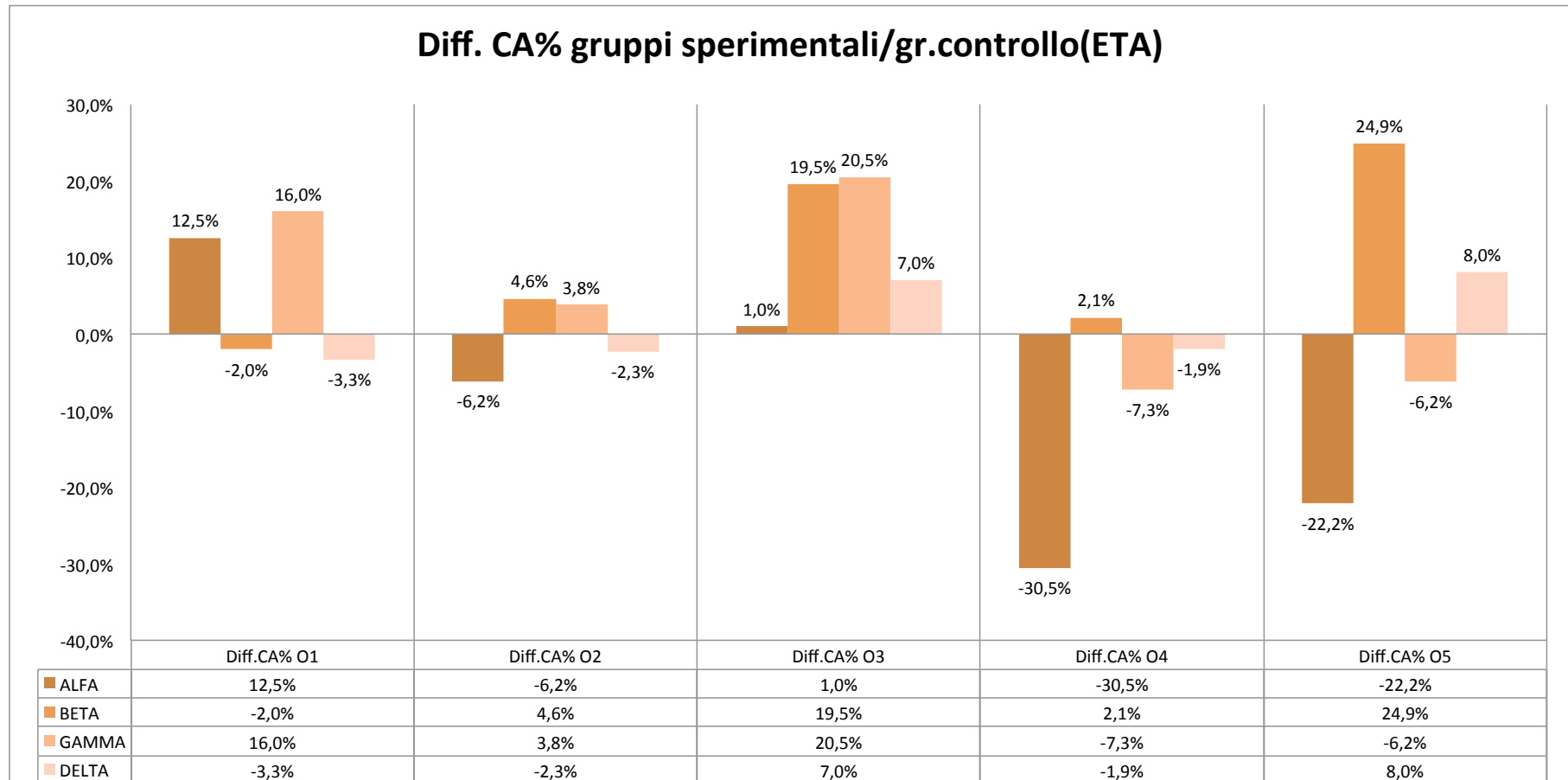
Anova-Exp6	COMPL,%	RET-T (<i>p</i>)	COMP-T (<i>p</i>)	PS-T (<i>p</i>)	DPS-T (<i>p</i>)
ALFA/ETA	0,06675	0,3178	0,9724	0,003162	0,001392
BETA/ETA	0,05777	0,3684	0,009552	0,2046	0,264
GAMMA/ETA	0,2393	0,09528	0,003551	0,4342	0,05148
DELTA /ETA	0,8138	0,4159	0,29	0,8475	0,619

Figura 0-6 Performance complessive per i 5 obiettivi (Gruppo di controllo=ETA)



ANOVA-Exp6	01	02	03	04	05
ALFA/ETA	0,214	0,08194	0,9259	0,0008246	0,07478
BETA/ETA	0,7395	0,213	0,01081	0,7934	0,07498
GAMMA/ETA	0,02972	0,3428	0,004108	0,4051	0,6545
DELTA /ETA	0,5977	0,5685	0,3168	0,8102	0,5621

Figura 0-7 Differenza di risposte esatte per ogni obiettivo didattico rispetto al GC ETA



ANOVA-Exp6	01 (p)	02 (p)	03 (p)	04 (p)	05 (p)
ALFA/ETA	0,214	0,08194	0,9259	0,0008246	0,07478
BETA/ETA	0,7395	0,213	0,01081	0,7934	0,07498
GAMMA/ETA	0,02972	0,3428	0,004108	0,4051	0,6545
DELTA /ETA	0,5977	0,5685	0,3168	0,8102	0,5621

Figura 0-8 Effect Size per ogni obiettivo didattico rispetto a ETA (generale)

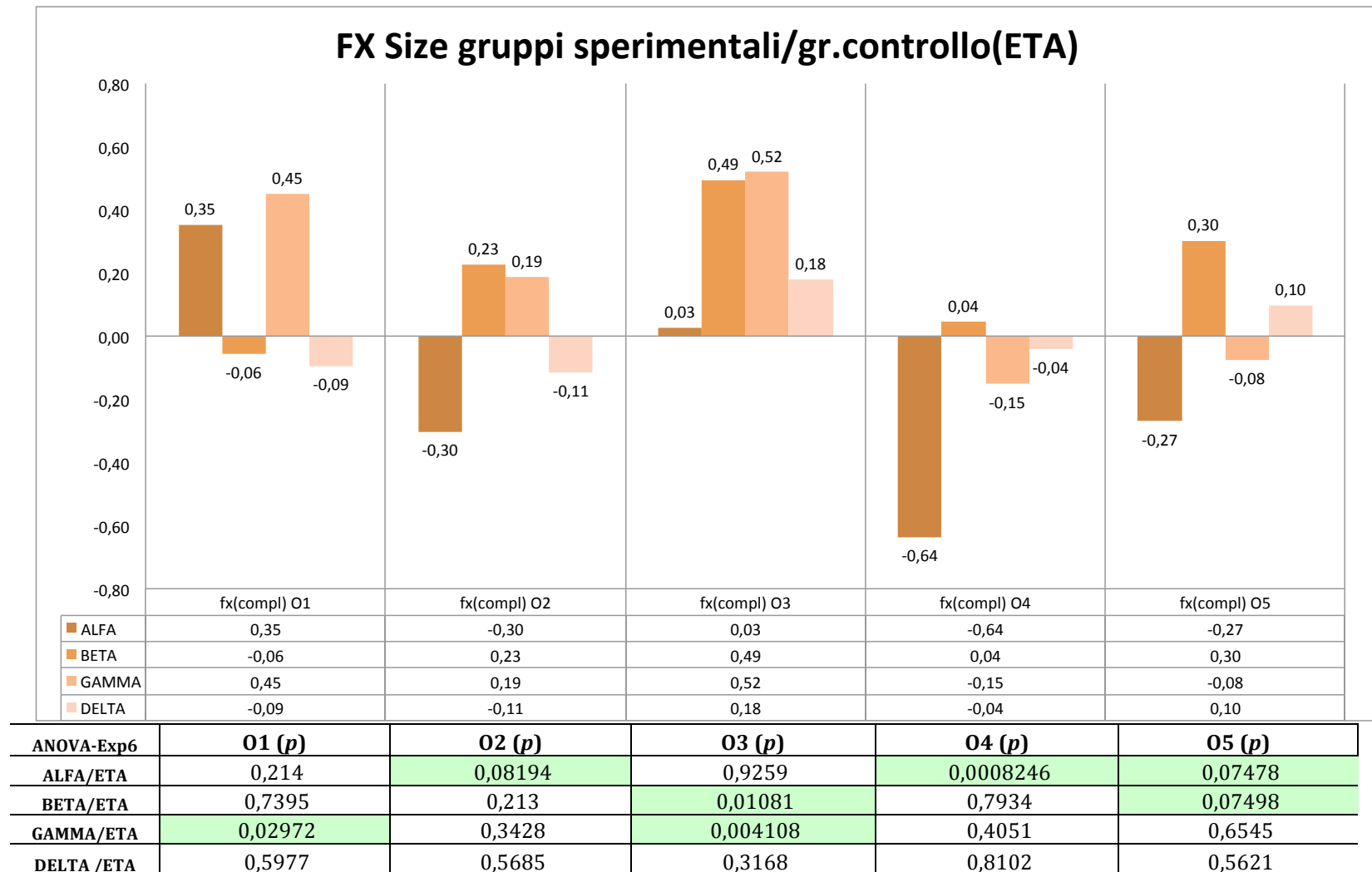


Figura 0-9 Effect Size per ogni obiettivo didattico rispetto a ETA (In corso (IC))

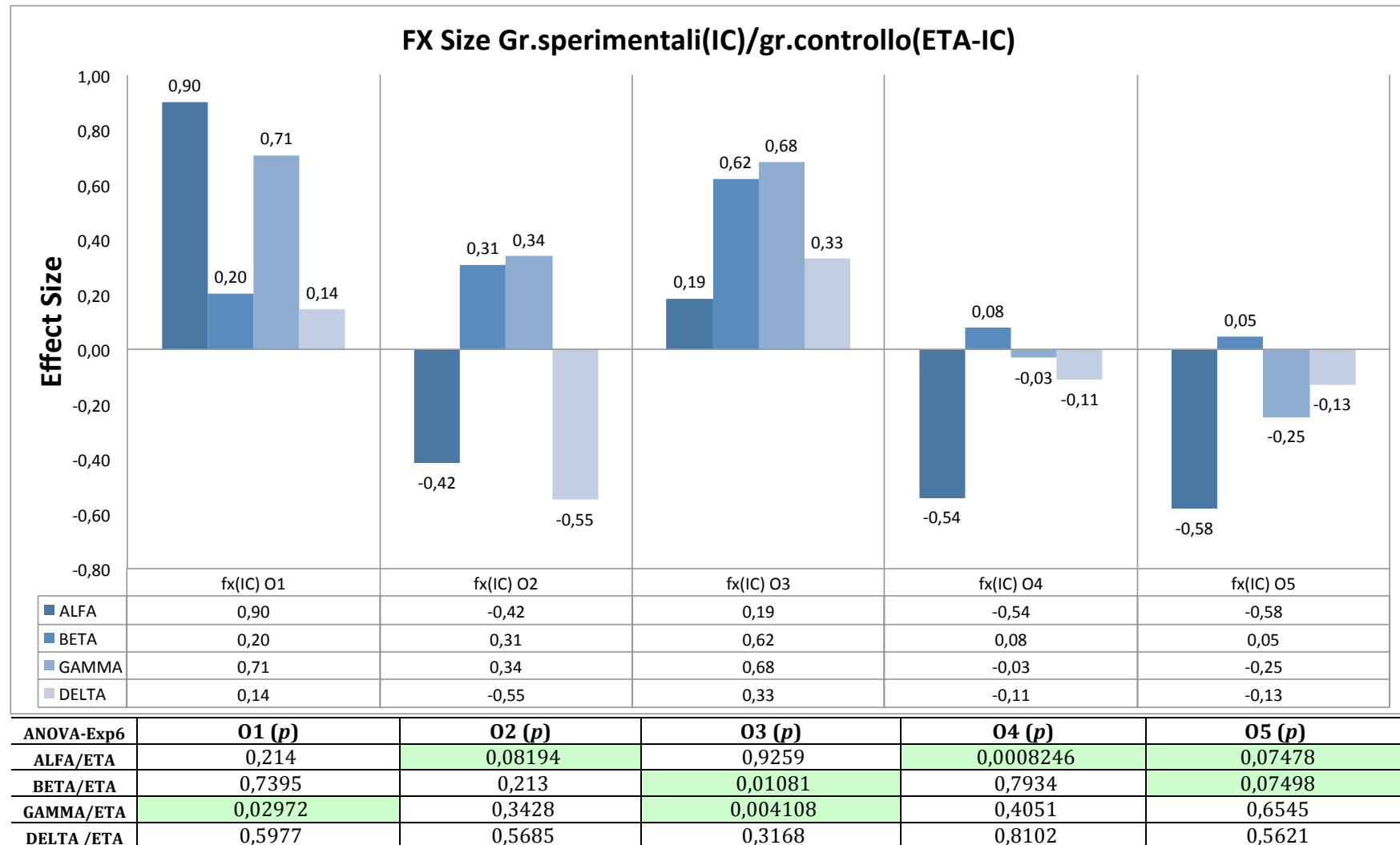


Figura 0-10 Effect Size per ogni obiettivo didattico rispetto a ETA (Ripetenti)

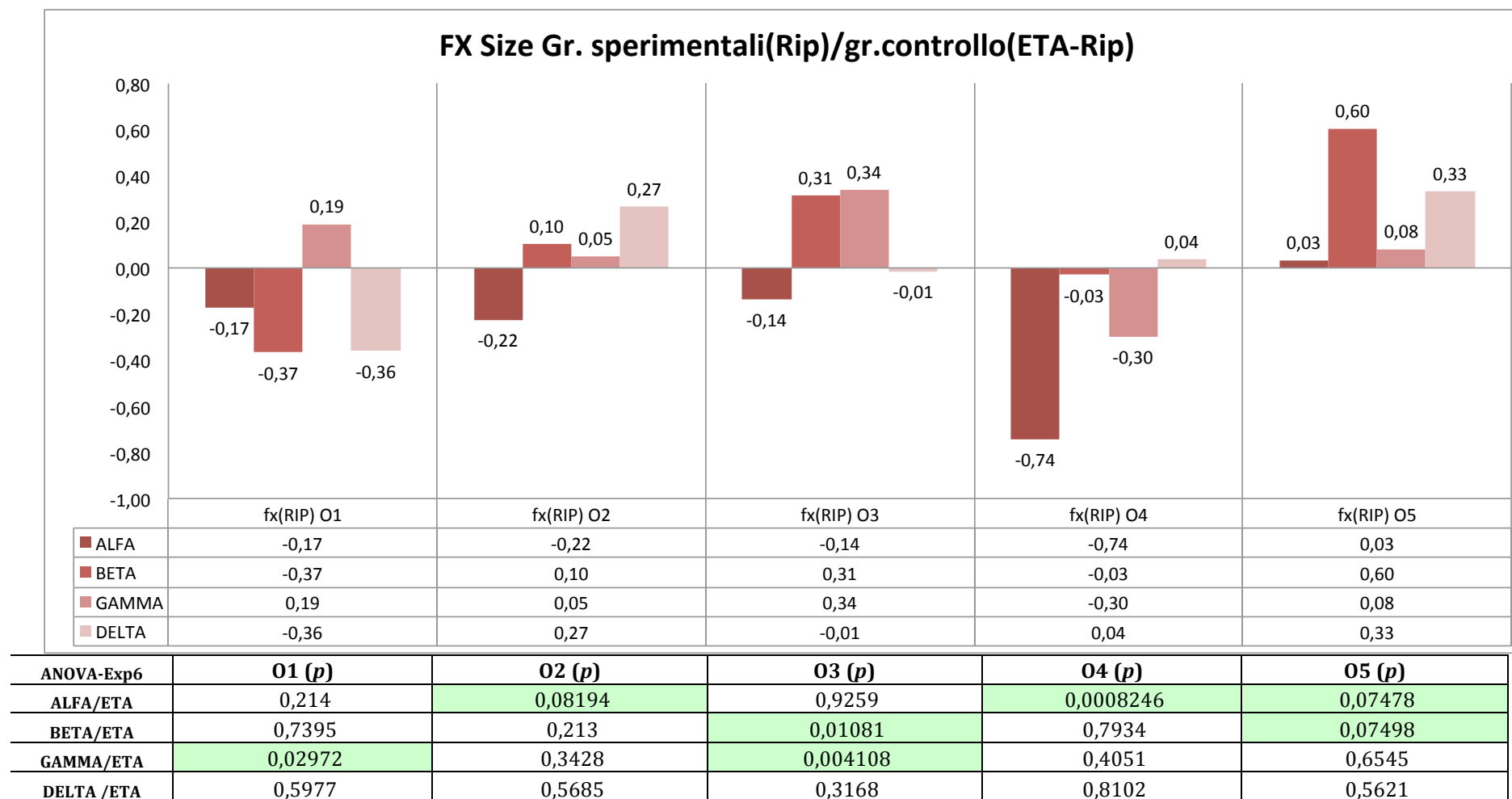


Figura 0-11 Medie rilevate nelle 6 dimensioni di User Experience

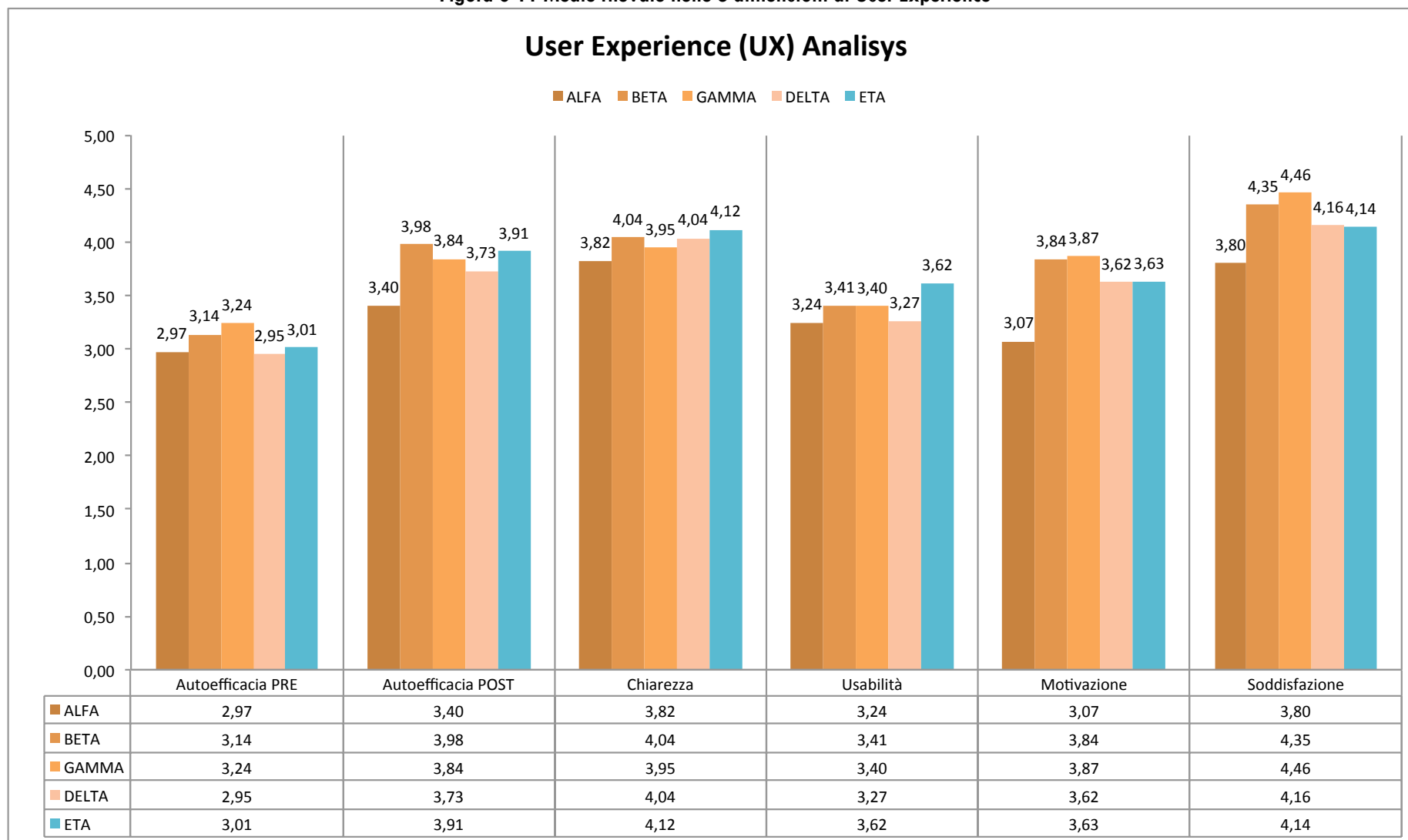


Figura 0-12 Medie rilevate nelle 6 dimensioni di User Experience (In corso (IC))

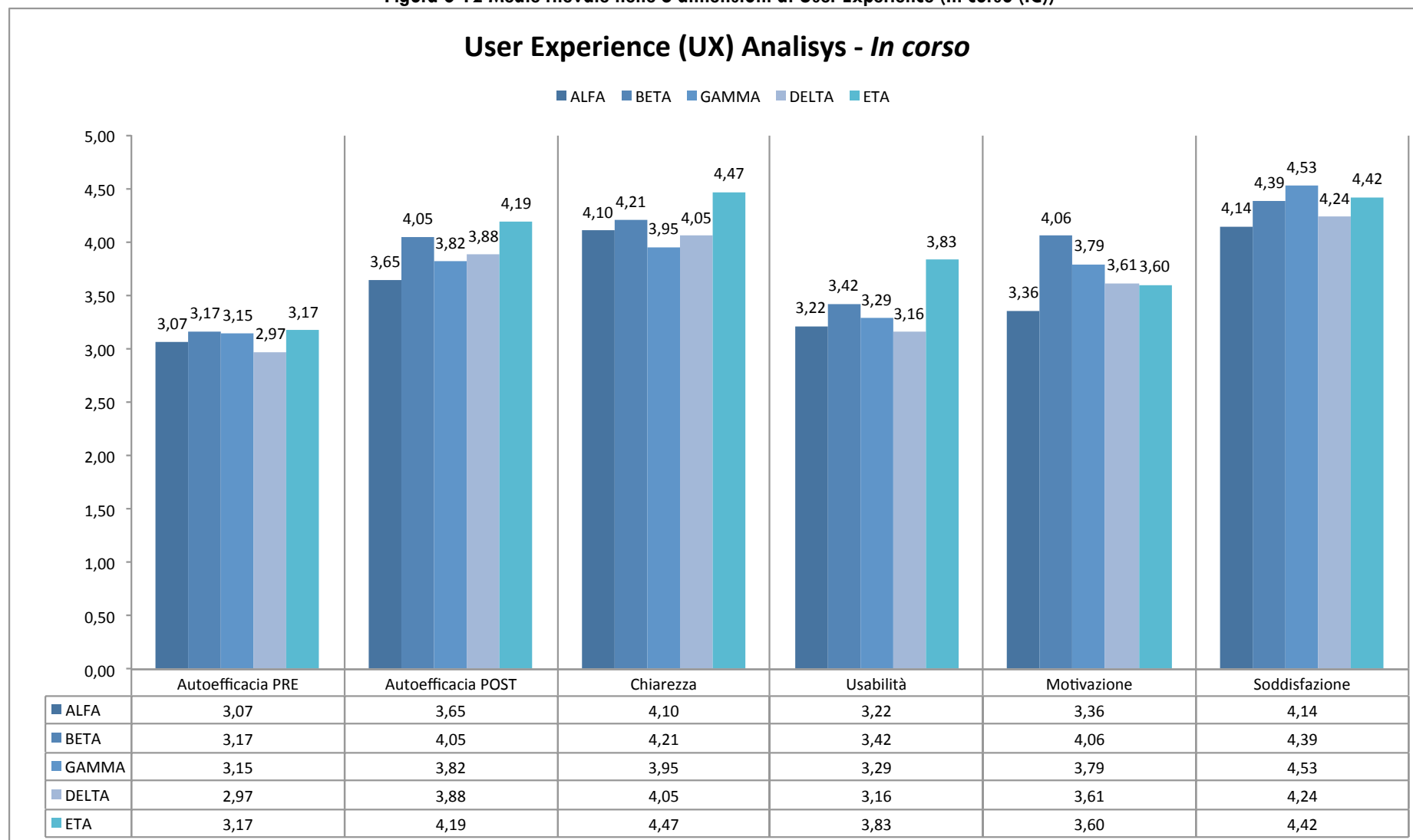
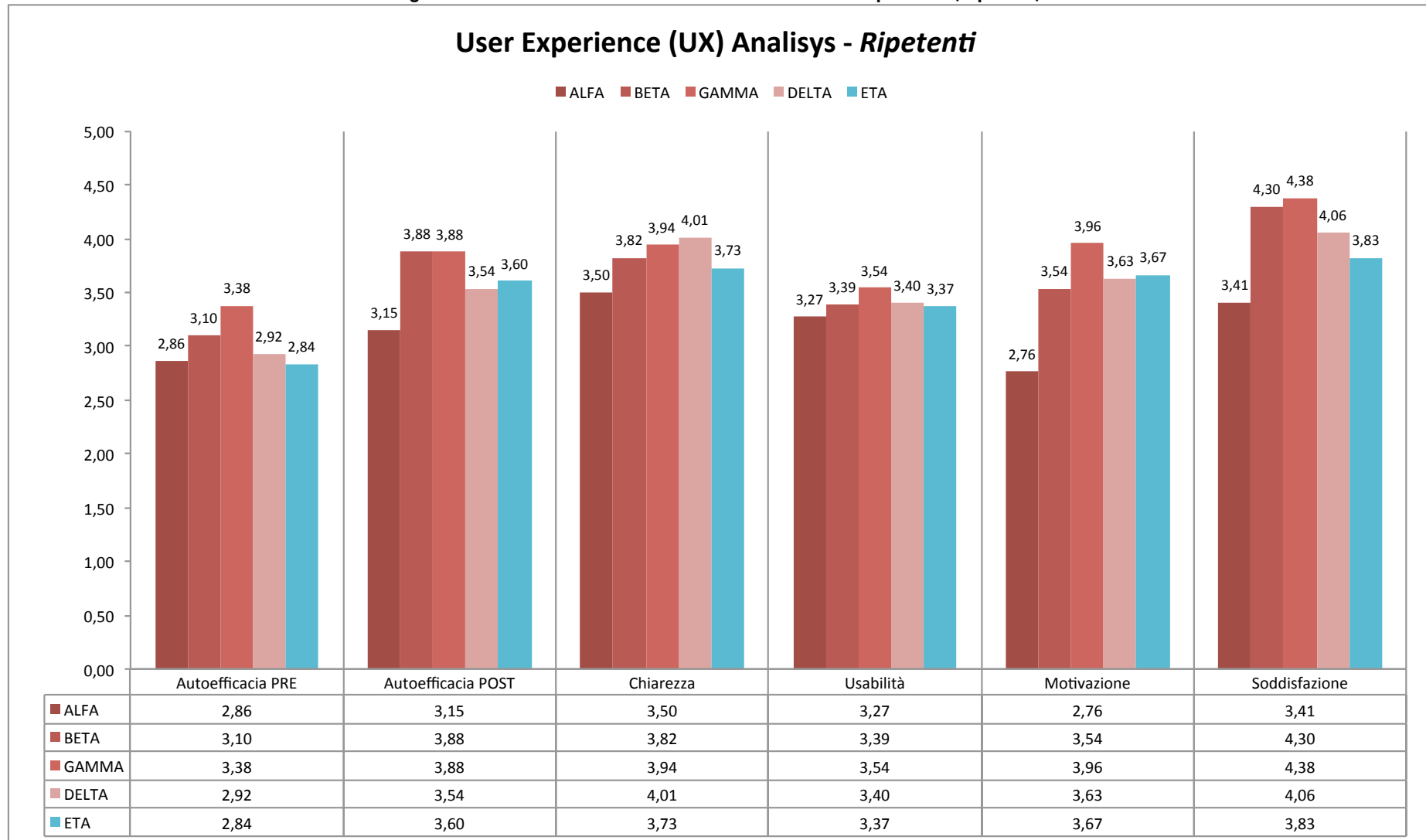


Figura 0-13 Medie rilevate nelle 6 dimensioni di User Experience (Ripetenti)



Appendice B - Interviste semistruzzurate a insegnanti e direttori scolastici

Dati anagrafici

Scuola:
Tipologia:
Cognome
Nome
Sesso: m/f
Età:
Titolo di studio :

La catena alimentare in classe

1. Gli argomenti **piramide trofica, catena alimentare, rete alimentare** sono previsto per il sesto anno ma è possibile che gli studenti abbiano studiato queste tematiche negli anni precedenti.

Esprima con una livello da 0 a 3 il grado di conoscenza da parte dei suoi studenti dei seguenti temi:

(0 nullo 1 basso 2 sufficiente 3 buono)

- La categorizzazione del regno animale (mammiferi/rettili/uccelli/pesci/insetti...)
- La dieta animale (erbivori/carnivori/onnivori)
- La differenza tra preda/predatore
- Le relazioni alimentari tra gli esseri viventi nella piramide trofica (organismi produttori, consumatori di 1°,2°,3° livello, decompositori)
- La fotosintesi clorofilliana
- La catena alimentare (chi mangia chi)
- Il concetto di habitat
- Il concetto di biodiversità
- Le reti alimentari

Utilizzo di xo in classe

2. Descriva l'uso di xo nella sua attività didattica
3. In classe l'xo viene usato:
 - Una volta ogni due settimane
 - Una volta a settimana
 - 2 volta a settimana
 - 3 volte a settimana
 - 4 volte a settimana
4. l'xo viene usato in classe per le attività di
Esprima in una scala da 0 a 3 il suo accordo rispetto alla seguente affermazione
(0 per niente d'accordo 1 poco d'accordo 2 abbastanza d'accordo 3 molto d'accordo)
 - Scienze
 - Scienze sociali
 - Storia
 - Lettere

- Musica
 - Matematica
5. Quali difficoltà incontra nel gestire l'aula in cui vengono usati gli xo?
 6. Quali difficoltà incontrano gli studenti rispetto all'uso di xo?
 7. Ha riscontrato differenze di genere (M/F) rispetto alla facilità/difficoltà nell'uso di xo?
 8. Secondo lei esiste una correlazione tra la capacità di utilizzare bene xo e il contesto di provenienza degli studenti? Perché?
 9. Esprima in una scala da 0 a 3 il suo accordo rispetto alla seguente affermazione (0 per niente d'accordo 1 poco d'accordo 2 abbastanza d'accordo 3 molto d'accordo) durante le lezioni, xo viene usato per
 - La ricerca individuale di materiali online
 - La ricerca in gruppo di materiali online
 - Individualmente, per la creazione di contenuti
 - In gruppo per la creazione di contenuti
 - Individualmente per le esercitazioni
 - In gruppo per le esercitazioni
 - Individualmente per le verifiche
 - ...
 10. Quali sono le attività più usate di sugar?

Autoapprendimento e competenze digitali

11. Durante le lezioni di una settimana tipo sono previste sessioni di autoapprendimento per i bambini in cui possono leggere/scrivere/studiare singolarmente
 - Mai
 - Una volta ogni due settimane
 - Una volta a settimana
 - 2 volta a settimana
 - 3 volte a settimana
 - Tutti i giorni
12. Esprima in una scala da 0 a 3 il suo accordo rispetto alla seguenti affermazioni (0 mai 1 raramente 2 abbastanza spesso 3 spesso)
 - Quando lavorano da soli i bambini:
 - Risolvono problemi scientifici
 - Scrivono temi/elaborati
 - Studiano un materiale didattico e producono sintesi
 - Studiano un materiale didattico e compilano una scheda
 - Studiano un materiale didattico e con xo producono materiale digitale
 - Producono artefatti/manufatti in gruppo (materiali concreti)
 - Svolgono attività di mutuo insegnamento
13. Indicare il livello di autonomia individuale dei bambini nella gestione delle seguenti attività: (0 nullo 1 basso 2 sufficiente 3 buono)
 - Navigazione siti web
 - Uso mouse
 - Uso frecce tastiera
 - Tasto invio
 - Scrittura testi
 - Lettura testi
 - Navigazione ipertesti
 - Ricerca online (es. Google e gestione risultati)
 - Esercitazioni interattive

- Videogame

Materiali didattici

14. Esprima in una scala da 0 a 3 la frequenza di uso dei seguenti materiali didattici
(0 mai 1 raramente 2 abbastanza spesso 3 spesso)
- Il libro di testo
 - Testi cartacei di approfondimento (es. Fotocopie)
 - Schemi e mappe di sintesi su carta (mappe mentali/concettuali/infografiche)
 - Schede di esercitazione da compilare a mano
 - Materiali di approfondimento online (es. Testi, articoli)
 - Siti tematici
 - Siti tematici per bambini
 - Wikipedia
 - Videogame educativi
 - Video formativi
 - Esercitazioni/test in rete
 - Unità didattiche online (lo)
 - Xo: conozco uruguay
 - Xo: memory
 - Xo: labirinto
 - Altro: specificare

Apprendimento cooperativo

15. I bambini vengono divisi in gruppi di lavoro
- Una volta ogni due settimane
 - Una volta a settimana
 - 2 volta a settimana
 - 3 volte a settimana
 - 4 volte a settimana
 - Tutti i giorni
16. in una scala da 0 a 3
(0 mai 1 raramente 2 abbastanza spesso 3 spesso)
I gruppi sono formati da
- 2 bambini
 - 3 bambini
 - 4 bambini
 - 5 bambini
 - 6 o più bambini
17. Esprima in una scala da 0 a 3 il suo accordo rispetto alla seguenti affermazioni
(0 mai 1 raramente 2 abbastanza spesso 3 spesso)
- Quando lavorano in gruppo i bambini:
- Risolvono problemi scientifici
 - Scrivono temi/elaborati
 - Studiano un materiale didattico e producono sintesi
 - Studiano un materiale didattico e compilano una scheda
 - Studiano un materiale didattico e con xo producono materiale digitale

- Producono artefatti/manufatti in gruppo (materiali concreti)
- Svolgono attività di mutuo insegnamento

18. Nei lavori di gruppo viene utilizzato

- Prevalentemente un xo per ogni gruppo
- Prevalentemente un xo per ogni bambino

Didattica frontale e stile di insegnamento

19. Descriva brevemente il suo stile di insegnamento e le tecniche didattiche preferite

20. Il mio stile di presentazione degli argomenti si può definire

- Totalmente visuale
- Prevalentemente visuale
- Più visuale che verbale
- Più verbale che visuale
- Prevalentemente verbale
- Totalmente verbale

21. Durante le classiche spiegazioni frontali uso la lavagna per
(0 mai 1 raramente 2 abbastanza spesso 3 spesso)

- Scrivere testo
- Disegni/illustrazioni
- Tabelle
- Schemi (organizzatori grafici)
- Diagrammi di flusso
- Mappe mentali
- Mappe concettuali

22. Descriva brevemente la sua conoscenza con il laptop xo e le attività precaricate

23. Descriva brevemente le sue competenze di uso del web (navigazione, email, social network, informazione, lavoro, tempo libero)

24. In che misura si attiene al programma ministeriale? Le è concessa flessibilità rispetto ai contenuti?

Valutazione della classe

- Provenienza degli studenti (barrio) e segmento sociale prevalente
- Livello degli elementi della mia classe rispetto alle altre classi della scuola (0 a 3)
- Livello degli elementi della mia classe in cui insegno rispetto alle altre scuole
- Esistono esiste una classifica delle classi nella mia scuola? (es. La A è sempre la migliore, la F ha sempre gli elementi peggiori)

O Sì / No

• Esprima in una scala da 0 a 3 il livello di preparazione della classe rispetto all'uso di xo e multimedia

- O Molto scarso
- O scarso
- O Abbastanza buono
- O buono

- Stili cognitivi prevalenti nella classe:

O verbale / visuale

- Le chiediamo di segnalare elementi critici con difficoltà di attenzione o di apprendimento

Raccolta materiali e disponibilità che può fornire per la sperimentazione:

- materiali didattici che pensa di usare per la spiegazione della catena alimentare
- Prove di verifica di scienze
- Possibilità di Osservazione d'aula
- Disponibilità ad aiutare x la correzione dei test (\$)

Bibliografia

Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasian P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R.E., Paul R. Pintrich, James Raths, and Merlin C. Wittrock (eds) (2000) *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*, Allyn and Bacon

Anderson, C. (2006). *The Long Tail*. *Wired Magazine*, 12-10-2006

Atkinson, R.K., Mayer, R.E., Merrill, D. (2005). *Fostering social agency in multimedia learning: Examining the impact of an animated agent's voice*, *Contemporary Educational Psychology* pp. 30 117-139

Attwell, G. (2007). *Personal Learning Environments - the future of eLearning?*. Published online at <http://www.elearningpapers.eu/> - retrieved in February, 2010

Arhippainen, L., & Tähti, M. (2003). *Empirical Evaluation of User Experience in Two Adaptive Mobile Application Prototypes*. (M. Ollila & M. Rantzer, Eds.) *Methods*, 27-34. ACM. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.99.7147&rep=rep1&type=pdf>

Ausubel, D. (1978). *In defense of advance organizers: A reply to the critics*. *Review of Educational Research*, 48, 251-257.

Baddeley A. (1992), *La memoria umana. Teoria e pratica*, Editore Il Mulino, Bologna.

Bandura, A. (1997), *Autoefficacia: teoria e applicazioni*. Tr. it. Erikson, Trento, 2000.

Banks, J., Au, K., Ball, A., Bell, P., Gordon, E., Gutierrez, K., et al. (2007). *Learning in and out of school in diverse environments: Life-long, life-wide, life-deep*. Seattle, WA: LIFE Center and SRI International

Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals*; Handbook I: Cognitive Domain New York, Longmans, Green, 1956.

Block J.H., Anderson L.W., (1978). *Mastery learning in classe*, Loescher, Torino

Boscarol, M. (2003). *Ecologia dei siti Web. Come e perché usabilità, accessibilità e fogli di stile stanno cambiando il modo di realizzare siti internet*, Milano, Tecniche Nuove.

Brandemonte, A., *Psicologia della memoria*, Carocci,

Bruner, J. (1990). *Acts of meaning*, Cambridge, MA: Harvard University Press

Battro, A., Denham P.J (2010). *Verso un'intelligenza digitale*, a cura di Scenini F., Ledizioni

Bauman, Z. (2008). *Vite di corsa. Come salvarsi dalla tirannia dell'effimero*, Il Mulino

Bennett, S., Maton, K. and Kervin, L. (2008), *The 'digital natives' debate: A critical review of the evidence. British Journal of Educational Technology*, 39: 775–786. doi: 10.1111/j.1467-8535.2007.00793.x

Cairo, A. (2009). *Infografia 2.0*, Alamut

Calvani, A. (2000). *Elementi di didattica Problemi e strategie*, Carocci, Roma

Calvani, A. (2005). *Manuale di tecnologie dell'educazione*, V ed., ETS, Pisa

Calvani, A. (2007). *ICT e scuola. Processi cognitivi ed ecologia dell'apprendere*, in: Calvani A., (a cura di), *Tecnologia, scuola, processi cognitivi. Per una ecologia dell'apprendere*, F. Angeli, Milano, pp. 15-54

Calvani, A. (2009). *Evidence-Based Education: ma "funziona" il "che cosa funziona"?* Journal of eLearning and Knowledge Society, 3(3), pp. 139 - 146. Retrieved from <http://services.economia.unitn.it/ojs/index.php/Je-LKS/article/viewArticle/175>

Calavi, A. (2009). *Teorie dell'istruzione e carico cognitivo. Modello per una scuola efficace*, Erickson

Calvani, A. (2011). *Principi dell'istruzione e strategie per insegnare. Criteri per una didattica efficace*, Carocci Editore, Roma

Cann, A.J. (2008). *Web 2.0 comes of age: disintermediation and the long tail in higher education*. Higher Education Academy 2008 Conference, Harrogate, July 2008.

Castells, M. (2002). *La galassia Internet*, Feltrinelli, Milano.

Castells, M. (2002) *La nascita della società in rete*, Università bocconi editore, Milano

Castells M., Himanen P., (2006) *Società dell'informazione e welfare state. La lezione della competitività finlandese*, Guerini e Associati a cura di Lipari D.

Cavalli, N., Costa, E. I., Ferri, P., Mangiatordi, A., Micheli, M., Pozzali, A., Scenini, F., et al. (2011). *Facebook influence on university students' media habits : qualitative results from a field research Italian undergraduate media habits : the quantitative survey*. Proceedings of MIT7 Unstable Platforms. US. Retrieved from <http://boa.cilea.it/handle/10281/23493>

Chandler P., Sweller J., (1991) *Cognitive load theory and the format of instruction*, in "Cognition and instruction", vol. 8, pp. 293-332.

Chang, V., Guetl, C. (2007). *E-learning ecosystems (ELES) - a holistic approach for the development of more effective learning environment for small-and-medium sized enterprises (SMEs)*, in Chang, E. and Hussain, F. K. (ed), *2007 Inaugural IEEE International Conference on Digital Ecosystems and Technologies*, 21 Feb 2007, Cairns: IEEE, pp. 440-445

Clark, R. and Woodruff, S. (2000), *Building expertise: Cognitive methods for training and performance improvement*. Perf. Improv., 39: 43–44. doi: 10.1002/pfi.4140390213

Clark, R.C. & Lyons, C. (2004). *Graphics for learning*. San Francisco, CA: Pfeiffer

Clark, R. E. (2005). Five Principles 1 To be published in: Clark, R. E. &Feldon, D. F. (In press for 2005). Five common but questionable principles of multimedia learning. In Mayer, R. (Ed.). *Information Age*, (2003), pp. 1-22.

Clark, R. C., Nguyen, F., Sweller, J. (2006). *Efficiency in Learning: Evidence-Based Guidelines to Manage Cognitive Load*, Jossey-Bass Pfeiffer.

Clark, R. C. (2007). *Developing technical training: a structured approach for...*, John Wiley and Sons, p. 269

Clark, R.C., Mayer R.E.(2007) *E-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning*, John Wiley & Sons

Cohen J. (1988) *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Mahawah, NJ: Lawrence Erlbaum

Collins, A. (1991). *Cognitive apprenticeship and instructional technology*. In Idol L. &

Collins, Brown, Newman (1989). *Cognitive Apprenticeship: Teaching the Craft of reading, writing, and mathematics*, in L. Resnick (ed.), *Knowing, Learning, and Instruction: Essays in Honor of Robert Glaser*, Lawrence Erlbaum, Hillsdale, NJ.Dijkstra S., Seel N., Schott F., Tennyson R. D. (a cura di, 1997),*Instructional Design. International Perspective*, Vol. 2, London, Lawrence ErlbaumAssociates.

Cook T.D., Campbell D.T. (1979) *Quasi-Experimentation. Design and analysis issues for field settings*, Houghton Mifflin, Boston

Csikszentmihalyi, M. (1990) *Flow: The Psychology of Optimal Experience*. New York: Harper & Row

De Angeli, Antonella(2008) *Misure di qualità: dall'usabilità all'esperienza utente*. In: HCIM '08 - Human Computer Interaction Meetings , 15-19 settembre 2008 , Sardegna Ricerche, Località Piscinamanna, Edificio 2, Pula (CA)

De Kerckhove,D. (1993). *Brainframes*. Mente, tecnologia, mercato, Baskerville, Bologna

De Kerckhove, D. (1996) *La pelle della cultura: un'indagine sulla nuova realtà elettronica*, Costa & Nolan, Genova

Developments , EDUCATIONAL PSYCHOLOGIST, 38 (1), 1-4, Doolittle P., Multimedia Learning: Empirical Results and Practical Applications, Virginia Tech

D'Odorico L. (a cura di) (1995). *Sperimentazione e native di ricerca*. Milano: Cortina (capp. 1 e 2; pp. 24-109).

Downes, S. (2006). *Learning Networks and Connective Knowledge*, <http://it.coe.uga.edu/itforum/paper92/paper92.html>, 2006 – retrieved in February, 2010

Dumas, JS, and Redish, Janice, *A Practical Guide to Usability Testing*, 1993, Ablex, Norwood, NJ ISBN 0-89391-991-8 (paper)

Dweck, C. S. (1999) *Self Theories: Their Role in Motivation, Personality, and Development*. Hove: Psychology Press, Taylor and Francis Group

Earlbaum, L. (1993) *Participatory Design: Principles and Practice*, Hillsdale pp.180-193.

Eklund, J., Woo, R. (1998). *A Cognitive Perspective for Designing Multimedia Learning Environments*, ASCILITE

Fantin, M.(2006). *Midia-Educação – conceitos, experiencias, diálogos Brasil-Italia*

Fasolo, M. (2006). *La ricerca in psicologia dello sviluppo: tecniche ed esercizi*, Carocci, Roma

Fedorov, A. (2003). *Media Education And Media Literacy : Experts ' Opinions*. Education, 2(June 2002), 1-18.

Ferri, P. (2002). *Nativi Digitali*, Mondadori Bruno Editore, Milano

Ferri, P. (2004). *Teoria e tecnica dei nuovi media*. Pensare insegnare e lavorare nell'epoca della rivoluzione digitale, Guerini e Associati, Milano

Ferri, P. (2005). *Elearning. Formazione, comunicazione e tecnologie digitali*, LeMonnier, Firenze

Fini A., Vanni L., (2004), *Learning Object e metadati. Quando, come e perché avvalersene*, I quaderni del formare, collana diretta da Calvani A., Erickson, Trento.

Fox Buchele, S., Owusu-Aning, R. (2007). *The One Laptop Per Child (OLPC) Project and Its Applicability to Ghana*. Proceedings of the International Conference on Adaptive Science & Technology 2007 (ICAST'07), Dec. 10-12

Gagne, R. (1962). *Military training and principles of learning*. American Psychologist, 17, 263-276.

Gagne, R. (1985). *The Conditions of Learning* (4th.). New York: Holt, Rinehart & Winston.

Gagné, R. M. (1973), *Le condizioni dell'apprendimento*, trad. it., Armando, Roma (ed. or. 1965)

Gagné, R. M., Briggs, L. J. (1990). *Fondamenti di progettazione didattica*, SEI, Torino (ed. or. 1974)

Gardner, H. (1983). *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*, Basic, New York

Gardner, H. (1999). *Multiple Approaches to Understanding*, in Reigeluth C. M. (a cura di), *Instructional Design Theories and Models: A New Paradigm of Instructional Design*, Vol. II, Lawrence ErlbaumAssociates, Mahwah , NJ, pp. 69-89

Gardner, H. (2005) *Educazione e sviluppo della mente. Intelligenze multiple e apprendimento*, Centro Studi Erickson

Gatti, R. (2007). *Che cos'è la pedagogia sperimentale*, Carocci, Roma

Giacomantonio, M. (2007). *Learning object*, Carocci, Roma

Guerra, L. (2006). *L'elaborazione didattica di Learning objects*, Alma Mater Studiorum – Università di Bologna

Gui M (2007) *Formal and substantial internet information skills: The role of sociodemographic differences on the possession of different components of digital literacy*. First Monday 12(9). Available at:<http://firstmonday.org/htbin/cgiwrap/bin/ojs/index.php/fm/article/viewArticle/2009>/(consulted October 2010).

Hannafin M., Land S. & Oliver K. (1999), *Open Learning Environments: Foundations, Methods, and Models*, in Reigeluth C. M. (a cura di), *Instructional Design Theories and Models: A New Paradigm of Instructional Design*, Vol. II, Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ, pp. 115-140

Hannafin, M. J., Land, S. M. (2007). *The foundations and assumptions of technology-enhanced student-centered learning environments*, Instructional Science, Vol. 25, pp. 167–202

Harp, S.F., and Mayer, R.E. (1998). *How seductive details do their damage. A theory of cognitive interest in science learning*. Journal of Educational Psychology, 90, 414-434.

Hom, J. (1998) *The Usability Methods Toolbox Handbook*
<http://www.idemployee.id.tue.nl/g.w.m.rauterberg/lecturenotes/UsabilityMethodsToolboxHandbook.pdf>

Jenkins, H. (2010) *Culture partecipative e competenze digitali. Media education per il XXI secolo*, Guerini e Associati

Jonassen, D.(1999). *Constructivist Learning Environments*, in Reigeluth C. M. (a cura di), *Instructional Design Theories and Models: A New Paradigm of Instructional Design*, Vol. II, Lawrence ErlbaumAssociates, Mahwah, NJ, pp. 215-239

Jones, B. F. (Eds.), *Educational values and cognitive instruction: Implications for reform*,121-138.Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Kalyuga, S., Ayres, P., Chandler, P., Sweller, J. (2003). *The expertise reversal effect*, Educational Psychologist, pp. 38, 23-31

Kerres, M. (2001). *Multimediale und telemediale Lernumgebungen. Konzeption und Entwicklung*. (2. Aufl.). München: R. Oldenbourg.

Khan, S. (2011). *Turning the Classroom Upside Down*. *The Wall Street Journal*. The Wall Street Journal. Retrieved from <http://online.wsj.com/article/SB10001424052748704101604576248713420747884.html>

Kirschner, P. A., Sweller, J., Clark, R. E. (2006). *Why minimal guidance during instruction does not work: an analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching*, Educational Psychologist, 41(2),pp. 75–86

Klein, N. (2007) *Shock economy*, Rizzoli editore, pp. 622.

Kompen, T. R., Edirisingha, P., Mobbs R. (2008). *Building Web 2.0-based personal learning environments a conceptual framework*, EDEN conference, Pairs, October 2008

Landriscina, F. (2007). *Carico cognitivo e impiego della tecnologia per apprendere*, in: Calvani A., (a cura di), *Tecnologia, scuola, processi cognitivi. Per una ecologia dell'apprendere*, F. Angeli Milano, pp.55-78

Lasswell, "spread in the community structure and function" 1948

Li, S. C., Pow, J. W. C., Wong, E. M. L., Fung, A. C. W. (2009). July 27. Empowering student learning through Tablet PCs: A case study. *Education and Information Technologies*. Retrieved in February 2010

Lidwell, W.; Holden, K.; Butler, J., *Principi universali del design*, LOGOS

Lindgaard, G. (1994) *Usability Testing and System Evaluation: A Guide for Designing Useful Computer Systems*, Chapman and Hall, London, U.K. ISBN 0- 412-46100-5

Magni A. (2010), "Progettare materiali digitali per l'apprendimento. Multimedialità e ipermedia a contatto con vecchi e nuovi stili di apprendimento", Università Milano Bicocca

Mammarella, N., Cornoldi, C., Pazzaglia, F. (2005). *Psicologia dell'apprendimento multimediale. E-learning e nuove tecnologie*, Il Mulino.

Mangiatordi, A., & Ferri, P. (2010b). *Disabled Children and XO Laptop: Integration and Inclusion Patterns inside the CEIBAL Plan in Uruguay*. Canada International Conference on Education CICE2010 (pp. 461-464).

Mangiatordi, A., & Pischetola, M. (2010c). Sustainable Innovation Strategies in Education : OLPC Case Studies in Ethiopia and Uruguay. *Society*, 112, 94-104. Springer. Retrieved from <http://www.springerlink.com/index/HWHT085117454K62.pdf>

Mayer, R. E., Anderson, R. B. (1991). *Animations need narrations: An experimental, An experimental test of a dual-coding hypothesis*. *Journal of Educational Psychology*, 83, 484-490.

Mayer, R. E., Anderson, R. B. (1992). *The instructive animation: Helping students build connections between words and pictures in multimedia learning*, *Journal of Educational Psychology*, pp. 84, 444-452.

Mayer, R. E., Bove, W., Bryman, A., Mars, R., Tapangco, L. (1996). *When less is more: Meaningful learning from visual and verbal summaries of science text book lesson*, *Journal of Educational Psychology*, pp. 88, 64-73.

Mayer, R. E., Gallini, J. K. (1990). *When is an illustration worth ten thousand words*, *Journal of Educational Psychology*, 82, 715-726.

Mayer, R. E. (2001). *Multimedia Learning*, Cambridge University Press, New York.

Mayer, R.E. (2002). *Multimedia learning*, Cambridge university press

- Mayer, R. E., Moreno, R. (2002). *Verbal redundancy in multimedia learning: when reading helps listening*, Journal of Educational Psychology, 94(1), pp. 153-155
- Mayer, R. E., Hegarty, M., Mayer, S., & Campbell, J. (2005). *When static media promote active learning: annotated illustrations versus narrated animations in multimedia instruction*. Journal of experimental psychology Applied, 11(4), 256-265. American Psychological Association. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16393035>
- Mayer, R.E. (2005). *The Cambridge handbook of multimedia learning*, Cambridge
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2nd ed), Cambridge University Press, New York
- Mariani L. (2010). *Saper Apprendere. Atteggiamenti, Motivazioni, Stili e Strategie per Insegnare a Imparare*. Libreria Universitaria, Limena (PD)
- Medina, J. (2009) *Brain Rules. 12 principles for Surviving and Thriving at work, home and school*, Pear Press
- Merrill, D. (2001). *First Principles of Instruction*, in Internet: www.id2.usu.edu/Papers/5FirstPrinciples.PDF
- Merrill, M. D. (2001) *Components of instruction toward a theoretical tool for instructional design*. Instructional Science, 29(4-5), 291-310
http://mdavidmerrill.com/Papers/Components_of_Instruction_InstScience.PDF
- Merrill, M. D. (2009). *Finding e3 (effective, efficient and engaging) Instruction*. Educational Technology, 49(3), 15-26.
[http://mdavidmerrill.com/Papers/Finding_e3_instruction_EdTech\[Final\].pdf](http://mdavidmerrill.com/Papers/Finding_e3_instruction_EdTech[Final].pdf)
- Miller, G. A. (1956). *The magical number seven, plus or minus two: Some limitson our capacity for processing information*, Psychological Review, pp. 63, 81-97
- Mosley, P. (2005). *A taxonomy for learning object technology*, . British Journal of Educational Technology, 36(3), 7pp. 02-703
- Nelson, L. M. (1999). *Collaborative Problem Solving*, in Reigeluth C. M. (a cura di), *Instructional Design Theories and Models: A New Paradigm of Instructional Design*, Vol. II, Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah , NJ, pp. 241-267
- Norman, D. A. (1993). *Things That Make Us Smart*, Reading, MA: Addison-Wesley Publishing Company
- Norman, D. A. (1999) *Invisible Computer: Why Good Products Can Fail, the Personal Computer Is So Complex and Information Appliances Are the Solution*. London: MIT Press
- Paas, F., Van Merriënboer, J. J. G. (1993). *The efficiency of instructional conditions: an approach to combine mental effort and performance measures*, Human Factors (35), pp. 737-743
- Paivio, A. (1971). *Imagery and verbal processes*, Holt, Rinehart, and Winston, New York
- Palilonis, J.G. (2006). *A practical guide to graphics reporting*, Elsevier

- Paoletti, G. (2011). *Comprendere testi con figure. Immagini, diagrammi e grafici nel designe per l'istruzione*, Franco Angeli, Milano
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas*, Basic Books, New York
- Pelgrum, W. J., Anderson, R.E. (1999) *ICT and the Emerging Paradigm for Life Long Learning- Worldwide Educational Assessment of Infrastructure, Goals and Practices*. University of Twente / International Association for the Evaluation of Educational Achievement
- Piave N.A., Iadecola G. (2007), "Multimedialità per l'e-learning: modelli a confronto", in Rossi P.G. (2007) (a cura di) *Atti del Convegno "Progettare e-learning. Processi, materiali, connettività, interoperabilità e strategie"*, Eum Edizioni Università di Macerata, 2007
- Prensky, M. (2001). *Digital Natives. Digital Immigrants*. 3Sat. Retrieved from http://podfiles.zdf.de/podcast/3sat_podcasts/100204_digitalnatives_neues_p.mp4
- Ramonet (1999). *La tirannia della comunicazione*, Asterios
- Ranieri, M. (2005). *E-learning: modelli e strategie didattiche*, Erickson, Trento
- Reigeluth, C. M. (1999). *The Elaboration Theory: Guidance for Scope and Sequence Decisions*, in Reigeluth C. M. (a cura di), *Instructional Design Theories and Models: A New Paradigm of Instructional Design*, Vol. II, Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah , NJ, pp. 425-453
- Reigeluth, C. M. (a cura di) (1999). *Instructional Design Theories and Models: A New Paradigm of Instructional Design*, Vol. II, Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah (NJ)
- Renkl, A., Weller, J. (2003). *Cognitive Load Theory and Instructional Design* Recent
- Rifkin, J. (2001), *L'era dell'accesso. La rivoluzione della new economy*, Oscar Mondatori, Milano
- Rivoltella, P.C. (2001), *Media education. Modelli, esperienze, profilo disciplinare*, Carocci, Roma (il cap. III: Esperienze)
- Rivoltella, P.C., Marazzi, C. (2001), *Le professioni della media education*, Carocci
- Rivoltella, P.C. (2002). *Media education: modelli, esperienze, profilo disciplinare*, Carocci, Roma.
- Rivoltella, P. C. (a cura di), (2006) *E-tutor. Profilo, metodi, strumenti*, Carocci, Roma
- Rivoltella, P.C. (2012). *Neurodidattica. Insegnare al cervello che apprende*, Raffaello Cortina Editore, Milano
- Rossi J.P. (1991) *Il metodo sperimentale in psicologia*, Borla, Roma (ed. or. 1989)
- Rubin, J. (1994) *Handbook of Usability Testing*, John Wiley and Sons, New York, NY ISBN 0-471-59403-2

- Sabatini, J.P. (2001). *Designing multimedia learning systems for adult learners: Basic skills with a work force emphasis*, NCAL WorkingPaper
- Salmon, G. (2002) "E-tivities. The Key to Active Online Learning", London: Tayler & Francis
- Savery, J.R., Duffy, T.M. (1995). *Problem Based Learning: An Instructional Model and Its Constructivist Framework*, Educational Technology, 35, n. 5, pp. 31-38
- Scenini, F. (2011). Transliteracy visions, *Come scrivono i bambini se la scuola è digitale: un caso di studio in One Laptop Per Child*" Ledizioni
- Schank, R. C., Berman, T. R., Macpherson, K. A. (1999). *Learning by doing*, in Reigeluth C. M. (a cura di), *Instructional Design Theories and Models: A New Paradigm of Instructional Design*, Vol. II, Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah , NJ, pp. 161-181
- Schnotz, W. and Kürschner, C. A Reconsideration of Cognitive Load Theory in Educational Psychology Review Volume 19, Number 4 (2007)
- Serenelli, F., Mangiatordi, A. (2010). *The 'One Laptop Per Child' XO laptop as a PLE: a cognitive artifact beyond hardware and software*, atti del convegno PLE Conference, Cornellá, Barcelona
http://pleconference.citilab.eu/cas/wp-content/uploads/2010/06/ple2010_submission_71.pdf
- Serenelli, F. , Ruggeri, E. (2011a). Science Learning Object Design: An Experimental Comparison between Instructional Content format. *Design and Evaluation of Digital Content for Education (DEDCE) 2011*- Proceedings published by International Journal of Computer Applications (IJCA) 2011.
- Serenelli, F. , Ruggeri, E., Mangiatordi, A. (2011b). *Applying Multimedia Learning Theory in Primary School - An Experimental Study about learning Settings using Digital Science Contents*. Complete ECEL 2011 Proceedings- Print version - 2 Volume set. Academic Publishing International -ISBN: 978-1-908272-22-5 book* November 2011.
- Serenelli, F. , Ruggeri, E. (2011c). *Apprendimento multimediale e contenuti interattivi per la scuola primaria: prospettive di ricerca per l'Instructional Content Design*. Connessi! Scenari di Innovazione nella Formazione e nella Comunicazione. A cura di Minerva, T. e Colazzo, L. - Ediz. Ledizioni September 2011.
- Stablum F. (2002). *L'attenzione*, Carocci, Roma
- Suchman, L. (1987). *Plans and situated actions : The Problem of Human-Machine Communication*. Cambridge University Press, New York.
- Sugar Activities archive, <http://www.sugarlabs.org/> - retrieved in February 2010
- Sugar Labs, <http://www.sugarlabs.org/> - retrieved in February 2010
- Sweller, J. (1988). *Cognitive load during problem solving: Effects on learning*, Cognitive Science 12(2): pp. 257-285
- Sweller, J., (2003). *Evolution of human cognitive architecture*, in: Ross, B. (ed.), The Psychology of Learning and Motivation, San Diego, Academic Press , Vol. 43, pp. 215-266

- Sweller, J., Cooper, G. A. (1985). *The use of worked examples as a substitute for problem solving in learning algebra*, Cognition and Instruction, 2, pp. 59-89
- Sweller, J., Van Merriënboer, J. J. G., Paas, F. (1988). *Cognitive architecture and instructional design*, Educ. Psychol. Rev., 10, pp. 251-296
- Tamakoshi, L. (1996) *Field Methods, and Field Notes*. Online Web pages at <http://www.truman.edu/academics/ss/faculty/tamakoshi/>. Describes Tamakoshi's methods used during her anthropological research in Papua New Guinea. Geared toward anthropology folks, but still useful. [1]
- Tempelman, N. (2006). *Multimedia Learning Theories and Online Instruction*, College & Research Libraries, test of a dual-coding hypothesis. Journal of Educational Psychology, 83, pp. 484-490
- Tapscott, D., Williams, A.D. (2008) *Wikinomics 2.0: La collaborazione di massa che sta cambiando il mondo*, collana Economia e storia economica, seconda edizione, Etas
- Thompson, C. (2011). *How Khan Academy Is Changing the Rules of Education*. *Wired*, 1(1), 1-13. Retrieved from http://www.wired.com/magazine/2011/07/ff_khan/all/1
- Tufte, Edward, R. (1990). *Envisioning Information*, Cheshire, CT: Graphics Press
- Tufte, Edward, R. (1997). *Visual Explanations: Images and Quantities, Evidence and Narrative*, Cheshire, CT: Graphics Press
- Tufte, Edward, R. (2001) [1983]. *The Visual Display of Quantitative Information* (2nd ed.), Cheshire, CT: Graphics Press
- Tufte, Edward, R. (2003). *PowerPoint is evil*, *Wired* 11 (9),
- Tufte, Edward, R. (2006) [2003]. *The Cognitive Style of PowerPoint* (2nd ed.), Cheshire, CT: Graphics Press,
- Tufte, Edward, R. (2006). *Beautiful Evidence*, Cheshire, CT: Graphics Press, university press
- Van Dijk J (2005) *The Deepening Divide. Inequality in The Information Society*. London: Sage Publications.
- Van Merriënboer, J. J. G., Sweller, J. (2005). *Cognitive load theory and complex learning*, Educ. Psychol. Rev., 17, pp. 147-177
- Vygotskij, L. (1990) *Pensiero e linguaggio. Ricerche psicologiche*, Roma-Bari, Laterza, (nona edizione del 2001)
- Whaymand, M. (2004). *Is open and distance learning the Taylorism of the twenty-first century? The changing role of academics in open and distance learning environments*. Paper presented at the *European Distance Education Network (EDEN) research workshop*, Oldenburg, Germany
- Wikipedia. (2011). *Khan Academy. Educational Technology*. Retrieved from <http://www.khanacademy.org/>

Wilson, B., Cole, P. (1991). *A Review of Cognitive Teaching Models*, ETR&D, 39, 4

Wilson, E.O. (1998). *Consilience: The Unity of Knowledge", words?*, Journal of Educational Psychology, 82, pp. 715-726

Zerzan J. (2001) *Futuro primitivo*, Nautilus, Torino

Indice delle figure

<i>Figura 1-1 concept design di XO-2 (a sinistra) e XO-3 (sulla destra)</i>	32
<i>Figura 1-2 immagine tratta da "XO Helicopter Deployments? Nicholas Negroponte Must be Crazy!"</i>	38
<i>Figura 1-3 La schermata iniziale di Sugar: la sua organizzazione grafica richiama immediatamente l'idea dell'ambiente centrato sul bambino</i>	46
<i>Figura 1-4 Neighborhood: il vicinato e i gruppi di lavoro (cerchie)</i>	46
<i>Figura 2-1 Task Principle e Backward fading</i>	66
<i>Figura 2-2 I primi principi dell'istruzione (tratto e riadattato da Merrill 2001).</i>	66
<i>Figura 2-5 – discipline dalle quali l'infografica trae principi e tecniche</i>	73
<i>Figura 2-6 Esempio di tavola che integra diversi dispositivi infografici</i>	74
<i>Figura 2-7 Schematizzazione del modello cognitivo dell'apprendimento multimediale elaborato da Mayer. Da sinistra verso destra, le informazioni multimediali provenienti dall'esterno vengono elaborate da memoria sensoriale, memoria di lavoro e infine confrontate con le pre-conoscenze al fine di elaborare il modello integrato.</i>	81
<i>Figura 2-8 Schema infografico passo-passo per spiegare il fenomeno dei fulmini (Mayer, R. E., Gallini, J. K. , 1996)</i>	82
<i>Figura 2-10 Schema della doppia codifica secondo Paivio adattato da Magni (2010): dall'alto dello schema le informazioni esterne procedono verso il basso, entrando attraverso i sensi vengono elaborate dai due sistemi e confrontati con il contenuto della memoria a lungo termine.</i>	88
<i>Figura 2-11 Ipotesi di Learning Object Design Theory basata sui principi di MLD e le tecniche infografiche</i>	92
<i>Figura 2-12 Arhippainen and Tahti's user experience framework (Arhippainen & Tahti, 2003)</i>	96
<i>Figura 3-1 Tavole tratte LO1 - Dispensa Infografica cartacea</i>	128
<i>Figura 3-2 Due passaggi chiave in LO2: 1) lo schema di riepilogo della dieta carnivora 2) la costruzione passo passo di una catena complessa</i>	130
<i>Figura 3-3 Progressione di task e fading in LO3</i>	132
<i>Figura 3-4 Tre passaggi chiave di LO3: la spiegazione del gioco, classifica la dieta animale, costruisci la catena alimentare</i>	134
<i>Figura 3-5 Figura 3-5 Il Virtual Pedagogical Agent; il prof. Haragan</i>	136
<i>Figura 3-6 Retention Test: la domanda uno misura la capacità di rievocare fatti; la domanda due accerta il ricordo di concetti</i>	146
<i>Figura 3-7 Comprehension test: si richiede agli studenti la classificazione di essere viventi sconosciuti secondo la tassonomia dei livelli trofici, basandosi sulla dieta descritta in ogni cella.</i>	148
<i>Figura 3-10 Modello di UX elaborato per la sperimentazione di MLD in contesto 1-to-1</i>	155
<i>Figura 3-11 Il Setting sperimentale: le dimensioni delle condizioni sperimentali e le cinque combinazioni di Learning Setting/Learning Object studiate</i>	167
<i>Figura 3-12 Descrizione sintetica del Test pilota, del protocollo adottato, dei cinque esperimenti</i>	169

Figura 4-1 Esperimento 1: Composizione del campione _____	178
Figura 4-2 Esperimento 1: Medie ottenute nei 4 test di valutazione e p value per ogni test _____	179
Figura 4-3 Esperimento 1: Differenza di risposte corrette tra i due gruppi espressa in percentuale _____	180
Figura 4-4 Esperimento 1: Differenza di CA tra i due gruppi e tra In corso e Ripetenti (Rip) _____	181
Figura 4-5 Esperimento 1: l'effect size rispetto a tipologia di test _____	182
Figura 4-6 Esperimento 1: differenze di effect size tra i sottogruppi "In Corso" e "Ripetenti" e p value _____	182
Figura 4-7 Esperimento 1: medie ottenute nei 5 obiettivi _____	184
Figura 4-8 Esperimento 1: differenza di CA espressa in percentuale per i 5 obiettivi _____	185
Figura 4-9 Differenza di risposte corrette tra studenti "In corso" e "Ripetenti" per obiettivo _____	185
Figura 4-10 Esperimento 1: differenze di effect size per obiettivo didattico _____	186
Figura 4-11 Esperimento 1: differenze di effect size tra i sottogruppi "In Corso" e "Ripetenti" per obiettivo didattico _____	187
Figura 4-12 Esperimento 1: medie per il DPS-T differenze CA% tra i due gruppi _____	189
Figura 4-13 Esperimento 1: variazione di performance PS-T/DPS-T; differenze in corso e Ripetenti (Rip) _____	189
Figura 4-14 Esperimento 1: Differenza %CA tra in corso e Ripetenti (Rip) dopo una settimana per la risoluzione di problemi _____	190
Figura 4-15 Esperimento 1: Effect size dopo una settimana per la risoluzione di problemi _____	190
Figura 4-16 Esperimento 1: medie ottenute nei 2 obiettivi di Problem Solving _____	191
Figura 4-17 Esperimento 1: Differenza %CA tra In Corso (IC) e Ripetenti (Rip) dopo 7gg per obiettivi di PS _____	191
Figura 4-18 Esperimento 1: Effect size dopo una settimana per obiettivi di risoluzione di problemi _____	192
Figura 4-19 Esperimento 1: Istogramma e diagramma radiale dell'UX _____	195
Figura 4-20 Esperimento 1: Istogramma e diagramma radiale dell'UX per il sottogruppo In Corso (IC) _____	196
Figura 4-21 Esperimento 1: Istogramma e diagramma radiale dell'UX per il sottogruppo Ripetenti _____	197
Figura 4-22 Exp. 2: Composizione del campione _____	204
Figura 4-23 Exp.2 valutazione complessiva dell'apprendimento e differenze di CA tra i 2 gruppi _____	205
Figura 4-24 Exp.2 Medie ottenute nei 4 test di valutazione e p value per ogni test _____	206
Figura 4-25 Exp.2 Differenza di risposte corrette tra i due gruppi espressa in percentuale _____	207
Figura 4-26 Exp 2 - Differenza di CA tra i due gruppi e tra In corso (IC) e Ripetenti (Rip) _____	207
Figura 4-27 Exp.2 effect size rispetto a tipologia di test _____	208
Figura 4-28 Exp.2 Differenze di effect size tra i sottogruppi "In corso (IC)" e "Ripetenti" _____	208
Figura 4-29 Exp.2 Medie ottenute nei 5 obiettivi _____	210
Figura 4-30 Exp.2 differenza di CA espressa in percentuale per i 5 obiettivi _____	210
Figura 4-31 Exp.2 differenza di CA espressa in percentuale per i 5 obiettivi per i due sottogruppi _____	211
Figura 4-32 Exp.2 Differenza di di effect size per i 5 obiettivi _____	213
Figura 4-33 Exp.2 Differenza di effect size per i 5 obiettivi (sottogruppi) _____	213
Figura 4-34 Exp.2 : medie per il DPS-T differenze CA% tra i due gruppi _____	215

<i>Figura 4-35 Exp.2 - Differenza %CA tra In Corso (IC) e Ripetenti (Rip) dopo una settimana per la risoluzione di problemi</i>	215
<i>Figura 4-36 Exp.2 - Differenza %CA tra In Corso (IC) e Ripetenti (Rip) dopo 7gg per la risoluzione di problemi</i>	216
<i>Figura 4-37 Exp.2 - Effect size dopo una settimana per la risoluzione di problemi</i>	216
<i>Figura 4-38 Exp.2 - Medie per obiettivo dopo 7gg</i>	217
<i>Figura 4-39 Exp.2 Differenza %CA tra In Corso (IC) e Ripetenti (Rip) dopo una settimana per obiettivi di PS</i>	218
<i>Figura 4-40 Exp.2 - Effect size dopo una settimana per obiettivi di risoluzione di problemi</i>	218
<i>Figura 4-41 Exp.2 : Istogramma e diagramma radiale dell'UX</i>	221
<i>Figura 4-42 Exp.2 : Istogramma e diagramma radiale dell'UX per il sottogruppo In Corso (IC)</i>	222
<i>Figura 4-43 Exp. 2 : Istogramma e diagramma radiale dell'UX per il sottogruppo Ripetenti</i>	223
<i>Figura 4-44 Exp.3 Composizione del campione</i>	229
<i>Figura 4-45 Exp.3 - Medie ottenute nei 4 test di valutazione e p value per ogni test</i>	231
<i>Figura 4-46 Exp.3: Differenza di risposte corrette tra i due gruppi espressa in percentuale</i>	231
<i>Figura 4-47 Exp.3: Differenza di CA tra i due gruppi e tra In corso (IC) e Ripetenti (Rip)</i>	232
<i>Figura 4-48 Exp.3: l'effect size rispetto a tipologia di test e p value</i>	232
<i>Figura 4-49 Exp.3 - differenze di effect size tra i sottogruppi "In corso (IC)" e "Ripetenti"</i>	233
<i>Figura 4-50 Exp.3 – Medie per i singoli obiettivi didattici</i>	234
<i>Figura 4-51 Exp.3 –Differenze CA% per i singoli obiettivi didattici</i>	235
<i>Figura 4-52 Exp.3 –Differenze CA% per obiettivi didattici e per sottogruppi</i>	235
<i>Figura 4-53 Exp.3 – Effect size per obiettivo didattico e p value</i>	236
<i>Figura 4-54 –Exp.3 – Effect size per obiettivo didattico e per sottogruppi</i>	236
<i>Figura 4-55 Exp.3 - DPS-T:differenza di risposte corrette BETA/ETA dopo una settimana</i>	238
<i>Figura 4-56 Exp.3 - DPS-T: effect size complessivo, In Corso (IC) e Ripetenti (Rip) dopo una settimana</i>	238
<i>Figura 4-57 Exp.3 - DPS-T: medie risposte corrette BETA/ETA dopo una settimana</i>	239
<i>Figura 4-58 Exp.3 - DPS-T:differenza di risposte corrette BETA/ETA dopo una settimana</i>	239
<i>Figura 4-59 Exp.3 - DPS-T: effect size complessivo BETA/ETA, In Corso (IC) e Ripetenti (Rip) dopo una settimana</i>	239
<i>Figura 4-60 Exp.3 : Istogramma e diagramma radiale dell'UX</i>	242
<i>Figura 4-61 Exp.3: Istogramma e diagramma radiale dell'UX per il sottogruppo In Corso (IC)</i>	243
<i>Figura 4-62 Exp.3: Istogramma e diagramma radiale dell'UX per il sottogruppo Ripetenti (Rip)</i>	244
<i>Figura 4-63 Exp.4 – Composizione del campione</i>	249
<i>Figura 4-64 Exp. 4 : Medie ottenute nei 4 test di valutazione e p value per ogni test</i>	250
<i>Figura 4-65 Exp. 4: Differenza di risposte corrette tra i due gruppi espressa in percentuale</i>	250
<i>Figura 4-66 Exp. 4: Differenza di risposte corrette (sottogruppi)</i>	251
<i>Figura 4-67 Exp. 4: Effect size per i 4 test</i>	252
<i>Figura 4-68 Exp. 4: Effect size per i 4 test differenziato per sottogruppi</i>	252

Figura 4-69 Exp.4: medie ottenute nei 5 obiettivi	255
Figura 4-70 Exp.4 - differenza di CA espressa in percentuale per i 5 obiettivi	255
Figura 4-71 Exp.4: differenza di CA espressa in percentuale per i 5 obiettivi (sottogruppi)	255
Figura 4-72 Exp.4 effect size per i 5 obiettivi	257
Figura 4-73 Exp.4 effect size per i 5 obiettivi (sottogruppi)	257
Figura 4-74 Exp.4 - Effect Size per PS-T e DPS-T	259
Figura 4-75 Exp.4 : Istogramma e diagramma radiale dell'UX	261
Figura 4-76 Exp.4 : Istogramma e diagramma radiale dell'UX per il sottogruppo In Corso (IC)	262
Figura 4-77 Exp.4 : Istogramma e diagramma radiale dell'UX per il sottogruppo Ripetenti (Rip)	263
Figura 4-78 Exp.5 - Composizione del campione DELTA /GAMMA	269
Figura 4-79 Exp.5 : Medie ottenute nei 4 test di valutazione e p value per ogni test	270
Figura 4-80 Exp.5: Differenza di risposte corrette tra i due gruppi espressa in percentuale	270
Figura 4-81 Exp.5: Differenza di CA tra i due gruppi e tra In corso (IC) e Ripetenti (Rip)	271
Figura 4-82 Exp.5: effect size rispetto alla tipologia di test	272
Figura 4-83 Exp.5: differenze di effect size tra i sottogruppi "In corso (IC)" e "Ripetenti" e p value	272
Figura 4-84 Exp.5: medie ottenute nei 5 obiettivi e p value	275
Figura 4-85 Exp.5: differenza di CA espressa in percentuale per i 5 obiettivi e p value	275
Figura 4-86 Exp.5 - differenza di effect size per i 5 obiettivi e p value	276
Figura 4-87 Exp.5 Differenza di effect size per i 5 obiettivi	277
Figura 4-88 Exp.5 Differenza di effect size per i 5 obiettivi (sottogruppi) e p value	277
Figura 4-89 - Exp.5: medie degli obiettivi DPS-T e p value	279
Figura 4-90 Exp.5 - Differenza %CA obiettivi DPST dopo 7gg (sottogruppi)	279
Figura 4-91 Exp.5 – Effect size obiettivi DPST dopo 7gg (sottogruppi)	279
Figura 4-92 Exp.5: Istogramma e diagramma radiale dell'UX	283
Figura 4-93 Exp.5: Istogramma e diagramma radiale dell'UX per il sottogruppo In Corso (IC)	284
Figura 4-94 Exp.5 : Istogramma e diagramma radiale dell'UX per il sottogruppo Ripetenti	285
Figura 0-1 Performance complessive per i 4 test (Gruppo di controllo=ETA)	305
Figura 0-2 Differenza di risposte esatte i gruppi sperimentali e il gruppo di controllo (ETA)	306
Figura 0-3 Effect size per ogni condizione sperimentale rispetto a ETA	307
Figura 0-4 Effect size per ogni condizione sperimentale rispetto a ETA (Ripetenti)	308
Figura 0-6 Performance complessive per i 5 obiettivi (Gruppo di controllo=ETA)	310
Figura 0-8 Effect Size per ogni obiettivo didattico rispetto a ETA (generale)	312
Figura 0-9 Effect Size per ogni obiettivo didattico rispetto a ETA (In corso (IC))	313
Figura 0-10 Effect Size per ogni obiettivo didattico rispetto a ETA (Ripetenti)	314
Figura 0-11 Medie rilevate nelle 6 dimensioni di User Experience	315
Figura 0-12 Medie rilevate nelle 6 dimensioni di User Experience (In corso (IC))	316
Figura 0-13 Medie rilevate nelle 6 dimensioni di User Experience (Ripetenti)	317

Indice delle tabelle

<i>Tabella 1-1 All 1-to-1 ICT4E Programs Around the World and Evaluation Metrics For Them</i>	26
<i>Tabella 2-1 Eventi di istruzione (di Gagné 1985)</i>	61
<i>Tabella 2-2 Dal pensiero visuale alla rappresentazione infografica</i>	77
<i>Tabella 2-3 Principi di Multimedia Learning Design (MLD) – (Mayer 2009)</i>	84
<i>Tabella 2-4 Dimensioni e fattori della UX per Antonella De Angeli</i>	97
<i>Tabella 3-1 Content/Performance Matrix adattata per la sperimentazione (Serenelli, Ruggeri, Mangiatordi 2011b)</i>	120
<i>Tabella 3-2 Content Performance Matrix originale di D.Merrill; divide in due livelli di performance la capacità di ricordare esempi e generalità (instance/generalità)</i>	121
<i>Tabella 3-3 Content Performance Matrix modificata da R.Clark; semplifica i livelli di applicazione eliminando l'astrazione (find) ma introduce il livello dei principi (principles) nel tipo di conoscenza da apprendere</i>	121
<i>Tabella 3-4- versione modificata per la sperimentazione che include la descrizione degli obiettivi e le modalità per valutare il loro raggiungimento</i>	122
<i>Tabella 3-5 le prime tre condizioni sperimentali sono tutte in autoapprendimento (ALFA/BETA/GAMMA)</i>	125
<i>Tabella 3-6 Apprendimento Cooperativo (Setting B) e Apprendimento etero-diretto (Setting C); per il Setting B abbiamo deciso di distribuire l'oggetto per l'apprendimento LO3 (Learning-Game) ma utilizzato in coppia. Le coppie di discenti condividono lo stesso portatile XO e un kit auricolare.</i>	126
<i>Tabella 3-7 Caratteristiche di LO1</i>	127
<i>Tabella 3-8 Descrizione LO2</i>	129
<i>Tabella 3-9 Descrizione LO3</i>	131
<i>Tabella 3-10 Principi della Teoria dell'Apprendimento Multimediale (MLT) e Format dei LO</i>	138
<i>Tabella 3-11 First Principles of Instructions e Format dei LO</i>	138
<i>Tabella 3-12 Descrizione dettagliata delle variabili di Learning Setting</i>	139
<i>Tabella 3-13 Descrizione dettagliata delle tipologie di Learning Object progettati</i>	140
<i>Tabella 3-14 Descrizione dettagliata delle variabili di Instructional Design</i>	141
<i>Tabella 3-15 Descrizione dettagliata delle variabili di Multimedia Learning Design</i>	142
<i>Tabella 3-16 Descrizione dettagliata delle variabili di Interaction Design</i>	143
<i>Tabella 3-17 Test di retention - verifica la capacità di ricordare le parti più importanti del materiale in termini di fatti e concetti</i>	145
<i>Tabella 3-18 Test di Comprensione - si propone di misurare i livelli di comprensione dei principali concetti attraverso la capacità di classificare nuovi esempi</i>	147
<i>Tabella 3-19 Test di Problem Solving - chiede allo studente di trasferire il modello di catena alimentare in contesti ambientali sconosciuti</i>	150

<i>Tabella 4-1 Esperimento 1: Introdurre la comunicazione Infografica in aula; efficacia e UX di una dispensa cartacea in autonomia Vs lezione euristica con PPT</i>	174
<i>Tabella 4-2 Esperimento 1: Anova Test</i>	178
<i>Tabella 4-3 Esperimento 1: Anova test per gli obiettivi O1,O2,O3,O4,O5</i>	183
<i>Tabella 4-4 Esperimento 1: Anova test per gli obiettivi per PS-T, DPS-T e obiettivi didattici</i>	188
<i>Tabella 4-5 EXP.2 Multimedia Learning Design (MLD) per l'autoapprendimento: efficacia e UX di una dispensa digitale in autonomia VS dispensa cartacea</i>	201
<i>Tabella 4-6 Exp.2: Anova Test</i>	205
<i>Tabella 4-7 Exp.2 Anova test per gli obiettivi O1,O2,O3,O4,O5</i>	209
<i>Tabella 4-8 Exp.2: Anova Test PS-T/ DPS-T</i>	214
<i>Tabella 4-9 Anova Obiettivi didattici PS-T e DPS-T</i>	217
<i>Tabella 4-10 EXP.3 strategie di Multimedia Learning Design (MLD) in aula: efficacia e UX di una dispensa digitale in autonomia VS lezione euristica guidata dal maestro</i>	225
<i>Tabella 4-11Exp.3 Anova per i 4 test</i>	229
<i>Tabella 4-12 Exp.3 – Anova test per obiettivi didattici</i>	234
<i>Tabella 4-13 Anova test per obiettivi PS-T / DPS-T</i>	237
<i>Tabella 4-14 Exp.3 Anova test per obiettivi di PS dopo 7gg</i>	238
<i>Tabella 4-15 - Exp.4 Potenziamento del MLD con il gioco; efficacia e UX di un Learning-Game Vs Tutoriale digitale in autonomia</i>	246
<i>Tabella 4-16 Exp.4 Anova per i 4 test</i>	249
<i>Tabella 4-17 Exp.4 Anova test per i 5 obiettivi didattici</i>	254
<i>Tabella 4-18 Exp.4: Anova test per gli obiettivi di PS-T e DPS-T</i>	258
<i>Tabella 4-19 Exp.5 Potenziamento del MLD con il gioco cooperativo; efficacia e UX di un Learning-Game in autonomia o giocato in coppia</i>	266
<i>Tabella 4-20 Exp.5: Anova Test</i>	270
<i>Tabella 4-21 Exp.5: Anova test per gli obiettivi O1,O2,O3,O4,O5</i>	274
<i>Tabella 4-22 Exp.5: Anova test per gli obiettivi per PS-T, DPS-T e obiettivi didattici</i>	278