

Nuovi contenuti per nuovi media:

"PAVIA PROJECT PHYSICS"

Bevilacqua F., Bordoni S.,

Dipartimento di Fisica "A. Volta"

Via Bassi, 6 - 27100 Pavia (Italy)

Tel: +39-382-507565; Fax: +39-382-507563

E-mail address: bevilacqua@ppp.unipv.it

Internet address: <http://ppp.unipv.it/museo/ppp.htm>

ABSTRACT

This hypermedial project deals with a historical and conceptual approach to physics. The "core" of the project is a certain number of "case studies", namely problems or phenomena recounted together with their different interpretations. All case studies present two levels of investigation: the first level is devoted to high school students, the second level is devoted to university students and high school teachers. Our project is directed at a new and better understanding and appreciation of scientific culture.

Our methodology is a historical methodology: teaching physics and the history of physics are fellow-subjects. We are not interested in adding the history of physics to teaching physics, as an optional subject: the history of physics is "inside" physics.

Since textbooks usually give one and only one explanation of each physical phenomenon - the "true" explanation - we would like, on the contrary, to present the phenomena together with different interpretations that factually occurred in the history of physics.

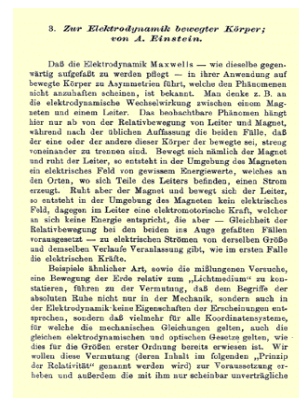
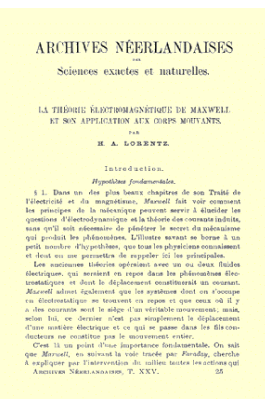
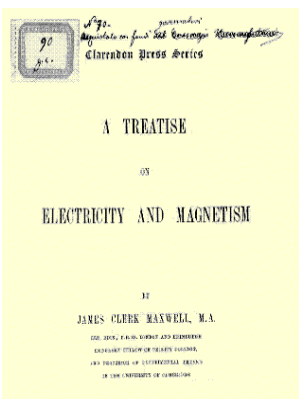
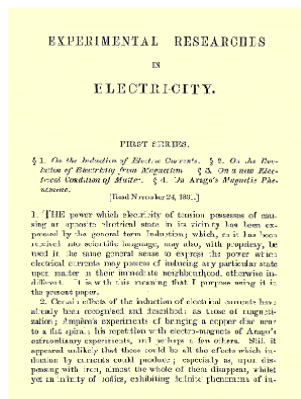
* * * * *

"PAVIA PROJECT PHYSICS" è un progetto ipermediale che si propone un approccio alla fisica contemporaneamente logico e storico. Chiamiamo ipermediale un software che permetta di integrare la multimedialità (cioè la possibilità di usare contemporaneamente testi, immagini, filmati, animazioni, simulazioni, grafici) con la ipertestualità (cioè la possibilità di accesso non sequenziale ai vari media).

A) Considerazioni metodologiche

Questo progetto, così come i precedenti, mira ad una rivalutazione della cultura scientifica e ad un nuovo tipo di apprendimento. La fisica è una grande avventura intellettuale: noi proponiamo di seguire la sua storia per meglio comprendere i suoi risultati e le sue applicazioni. Spesso i libri di testo sono noiosi e danno una immagine falsa della scienza: le diverse teorie, anche in conflitto tra loro, vengono sovrapposte e intrecciate senza cura. Noi vorremmo mostrare la natura attraverso gli occhi dei grandi scienziati e, in tal modo, dipanare quell'intreccio di idee, teorie, concetti, modelli, interpretazioni, che i libri di testo mantengono aggrovigliato.

A questo proposito, sembra pertinente ricordare la distinzione operata da Kuhn tra "scienza normale" e "scienza straordinaria". Secondo Kuhn, i libri di testo sarebbero la rappresentazione della scienza normale, mentre gli articoli e i testi originali degli scienziati sarebbero la rappresentazione della scienza straordinaria. Poiché i testi originali conservano lo spirito vivo della ricerca scientifica e delle idee che la hanno alimentata, noi presentiamo nell'ipermedia frammenti di tali testi.



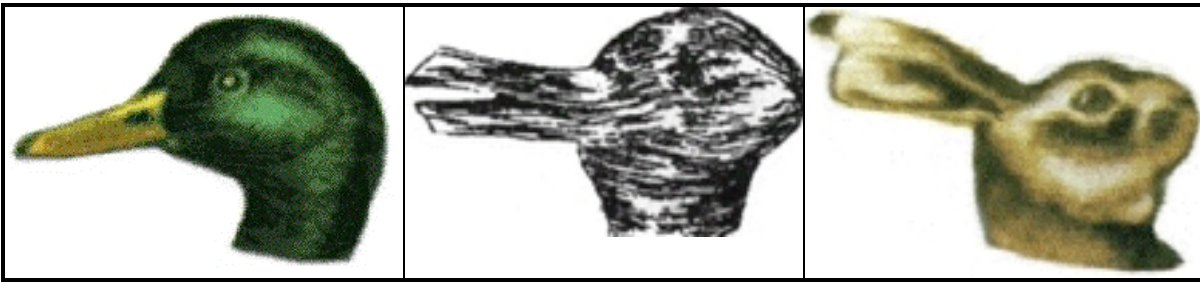
Nel “First level” questi frammenti sono brevi, seguiti da brevi commenti e da animazioni che li illustrano. Nel “Second level”, vengono riportati ampi frammenti sia dalla letteratura primaria che dalla letteratura secondaria. Tuttavia, questo non è sufficiente, perché la distinzione di Kuhn ci appare troppo restrittiva. Infatti, i libri di testo, qualora scritti da grandi scienziati, non possono essere considerati dei semplici reperti di scienza normale. Al contrario, essi conservano proprio alcune di quelle caratteristiche tipiche della scienza viva, come la presenza di modelli e interpretazioni fortemente caratterizzati. Libri di testo scritti da differenti scienziati presentano spesso principi di riferimento, modelli concettuali e strategie matematiche alquanto differenti. Si tratta evidentemente di libri di testo «avanzati», cioè rivolti agli studenti degli ultimi anni di università. In questo modo, sia i testi originali che i libri di testo avanzati possono illuminare le idee, i modelli, le interpretazioni che sottostanno all’impresa scientifica. Sfortunatamente, per lungo tempo, nello studio e nell’insegnamento della scienza, è rimasto in vigore un radicato fraintendimento: l’analisi dei testi non è adatta alle discipline scientifiche. Vi sono tuttavia, attualmente, segnali positivi che questa tendenza possa essere superata.

Percorrere i testi originali significa percorrere la storia: la nostra metodologia è, infatti, una metodologia storica. Noi vediamo la storia della fisica strettamente connessa all’insegnamento della fisica. Vogliamo però sottolineare che non intendiamo la storia della fisica come una aggiunta all’insegnamento della fisica, come una appendice erudita e opzionale. La storia della fisica è «dentro» la fisica e, nello stesso tempo, ciò che viene usualmente chiamata «fisica» è una parte della storia della fisica.

Noi quindi riteniamo che non sia possibile insegnare scienza in modo rigido e dogmatico. Non esiste una «verità fisica» ma, in ogni tempo, la comunità scientifica raggiunge un accordo su una utile, e talvolta buona, risistemazione delle conoscenze scientifiche. Questa risistemazione nasce da una complessa interazione tra diversi elementi stratificatisi durante la storia: teorie, modelli, principi, strumenti matematici, dispositivi sperimentali, tecnologie. Sono proprio questi elementi e quella interazione che noi vogliamo portare alla luce per mezzo del nostro metodo storico. La conoscenza scientifica può essere solo conoscenza storica e, se così è, non può essere una conoscenza assoluta. La conoscenza è sempre relativa - cioè non definitiva e non completa - e comparativa - cioè si stabilisce sempre attraverso un confronto tra contributi differenti. Dunque, anche l’insegnamento della fisica non può essere altrimenti che relativo e comparativo.

A questo proposito, ci sembra utile riferirci ad un enigma che chiameremo “enigma anatra-coniglio”¹. La sottostante figura centrale può essere vista indifferentemente come anatra o come coniglio: sottolineiamo che la «stessa» figura può essere interpretata o come anatra o come coniglio.

¹ cfr.: KUHN T.S. “Logica della scoperta o psicologia della ricerca?”, in *Critica e crescita della conoscenza*, a cura di Imre Lakatos e Alan Musgrave, Feltrinelli, 1984.



Corrispondentemente, uno stesso fenomeno naturale, o una classe di fenomeni, sono suscettibili di diverse interpretazioni da parte di differenti scienziati. È proprio questo fatto che rende possibile impostare un «case study», che è appunto costituito da un fenomeno o un problema insieme alle sue interpretazioni. Se I libri di testo ci offrono una e una sola spiegazione per ciascun fenomeno fisico - la «vera» spiegazione - noi, al contrario, vorremmo presentare I fenomeni insieme con le differenti interpretazioni che si sono effettivamente succedute nella storia della fisica.



Vorremmo comunque precisare che questo nostro atteggiamento metodologico, che ci porta a rifiutare ogni dogmatismo, ci porta anche a rifiutare la via d’uscita dello scetticismo radicale. Vale la pena studiare e insegnare scienza, conoscerne I risultati e le applicazioni. Se la fisica non è semplicemente una connessione tra fatti univocamente interpretabili, non è neppure una collezione di idee vaghe, irrilevanti, banalmente interscambiabili. È proprio nel ritenere che la scienza sia una interessante, complessa e rilevante avventura intellettuale che trovano senso gli sforzi che ci hanno condotto alla realizzazione di questo ipermedia.

Seguendo alcune idee di G. Holton e G. Buchdahl, suggeriamo un «modello a 4 componenti» per analizzare e confrontare le teorie scientifiche.² Possiamo immaginare questo modello come uno «spazio metodologico» a 4 dimensioni, sui cui «assi» collocare:

- a) principi regolativi,
- b) modelli concettuali,
- c) strumenti matematici,
- d) relazione con gli esperimenti.

La componente (a) riguarda i principi generali che guidano le teoria e, più in generale, la strategia di accesso alla conoscenza: principi di conservazione, simmetrie, ...

² BEVILACQUA F., *The Principle of Conservation of Energy and the History of Classical Electromagnetic Theory*, La Goliardica Pavese, 1983, pp. 10-34.

La componente (b) si riferisce alle rappresentazioni mentali applicate a particolari classi di enti fisici e alle loro interazioni.

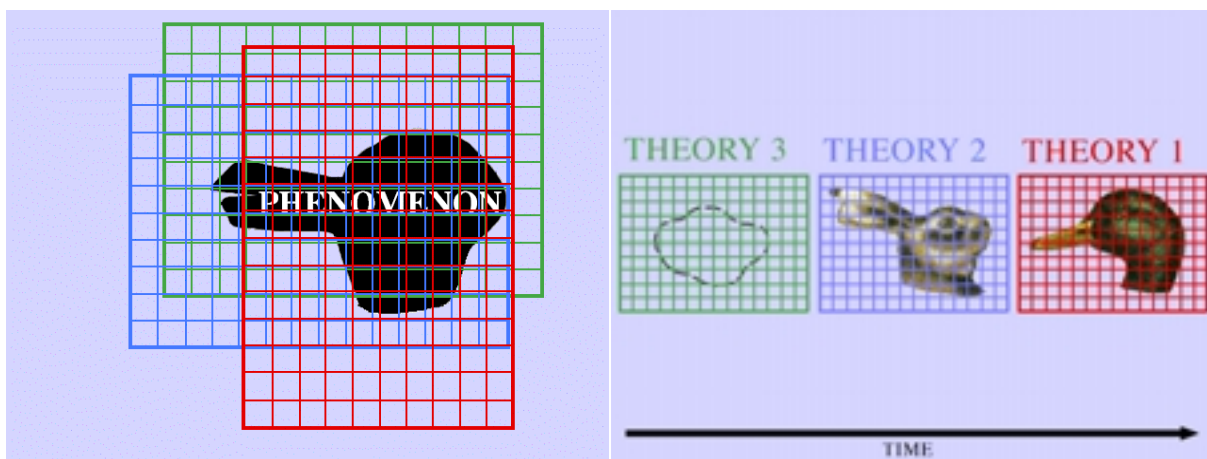
La componente (c) riguarda la trasposizione matematica delle teorie ed, eventualmente, la creazione di nuovi enti matematici.

La componente (d) si riferisce alla relazione tra le teorie e il dominio dei fenomeni che ciascuna di esse intende rappresentare.

Con l'aiuto di questo strumento metodologico a 4 componenti, affrontiamo l'impegnativa ricerca richiesta da un «case study».

Le quattro componenti costituiscono un utile strumento per mettere in atto la nostra strategia metodologica, simile a quella sintetizzata da Buchdahl con l'espressione "Reduction-Realisation".³

In questa strategia, si immagina una teoria come un fenomeno o una classe di fenomeni dotati di una interpretazione. Dobbiamo seguire due fasi. Nella prima fase, noi «svestiamo» la teoria, eliminando la sua interpretazione. Abbiamo così, di fronte a noi, uno spoglio fenomeno. Nella seconda fase, dobbiamo individuare con cura tutti gli elementi che contribuiscono all'interpretazione. Questa analisi segue le quattro componenti del nostro «spazio metodologico». In questo modo, componente per componente, noi «rivestiamo» il fenomeno con tutti gli elementi che determinano la sua interpretazione.

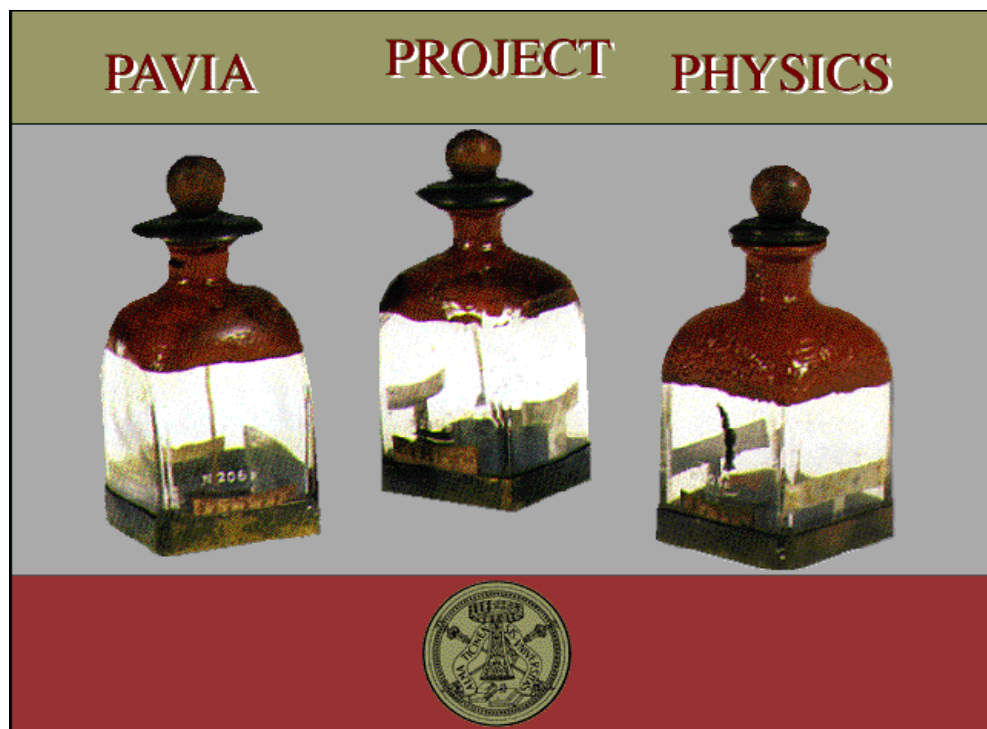


È proprio nel corso di questo processo di ricostruzione che possiamo raggiungere la «comprensione» di una teoria, una comprensione più profonda di quanto i manuali ci permettano.

B) L'architettura del progetto

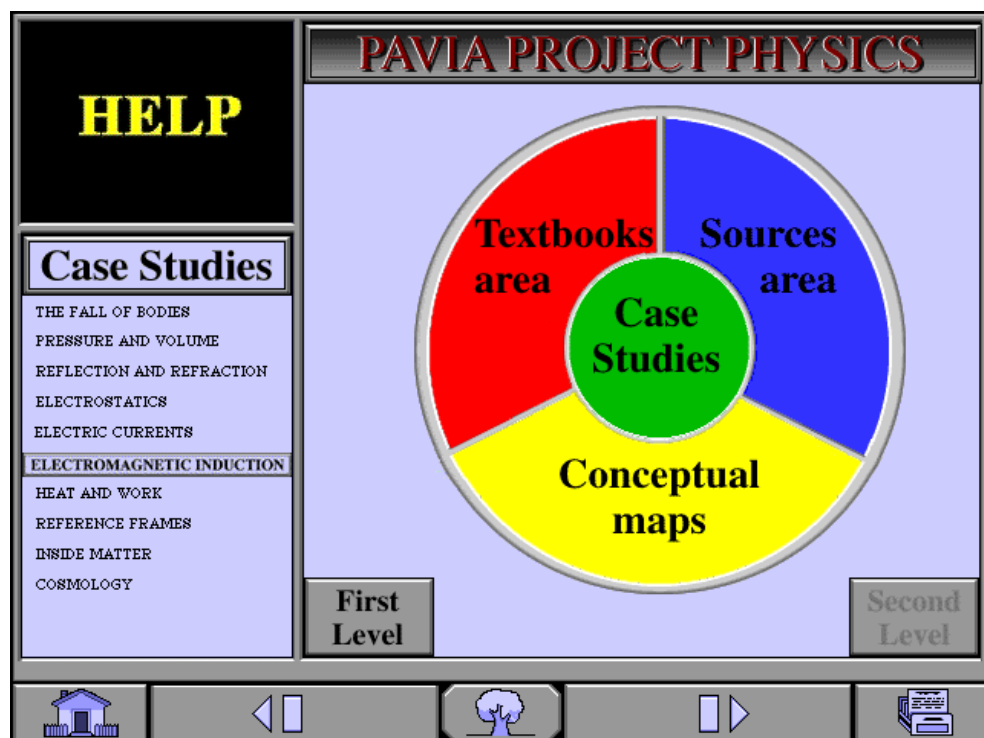
Il nucleo del progetto è costituito da un certo numero di «case study», cioè problemi e/o fenomeni discussi insieme alle loro interpretazioni. Tutti i «case study» sono trattati a due livelli: il primo livello, più semplice, è rivolto agli studenti degli ultimi anni delle scuole superiori; il secondo livello, più complesso, è rivolto a studenti degli ultimi anni di università e ai docenti. Stiamo preparando l'architettura generale dell'ipermedia e, in particolare, un «case study» relativo all'induzione elettromagnetica. La versione attuale è in lingua inglese, affinché il progetto sia aperto al più ampio confronto internazionale. A breve sarà comunque disponibile anche una versione italiana. Mostriamo innanzitutto il frame (videata) di presentazione dell'ipermedia, che è simile a quello dei nostri precedenti progetti ipertestuali e multimediali.

³ Cfr. BUCHDAHL G., "Styles of Scientific Thinking", *Science & Education* 2, 1993, pp. 149-167.



Le tre fasce orizzontali sono attive. La fascia inferiore permette l'accesso ad una breve presentazione iconografica di Pavia, della sua Università e del Museo per la Storia dell'Università. La fascia centrale porta direttamente alla radice dell'ipermedia; noi chiamiamo "Home" il suo frame corrispondente. È sempre possibile tornare a questo frame da qualunque altro punto dell'ipermedia, semplicemente clickando sul bottone a sinistra della sbarra posta alla base di ogni frame. La fascia superiore conduce ad una presentazione metodologica dell'ipermedia; essa è disponibile anche in frames successivi, come vedremo.

Il frame "Home" è il più importante punto di riferimento dell'ipermedia. La sua struttura è una struttura standard per tutti i frames e consiste di tre finestre e una barra posta alla base.



La barra inferiore contiene I riferimenti essenziali per la navigazione. Il bottone di sinistra conduce sempre, come detto, al frame “Home”. Il bottone centrale, con l’icona dell’albero, permette di visualizzare la collocazione attuale dell’utente nella struttura dell’ipermedia o, in particolare, nella struttura di quel «case study». I nodi dell’albero o della rete che rappresentano la distribuzione dei contenuti di un dato «case study» sono attivi e permettono di raggiungere immediatamente qualunque altro punto desiderato. Il bottone di destra conduce alla zona “Archives”, cioè gli archivi contenenti tutti I materiali mutimediali contenuti nell’ipermedia. Essi possono essere considerati come dei magazzini, nei cui scaffali l’utente può scegliere I diversi tipi di media: I testi, le animazioni, le immagini,



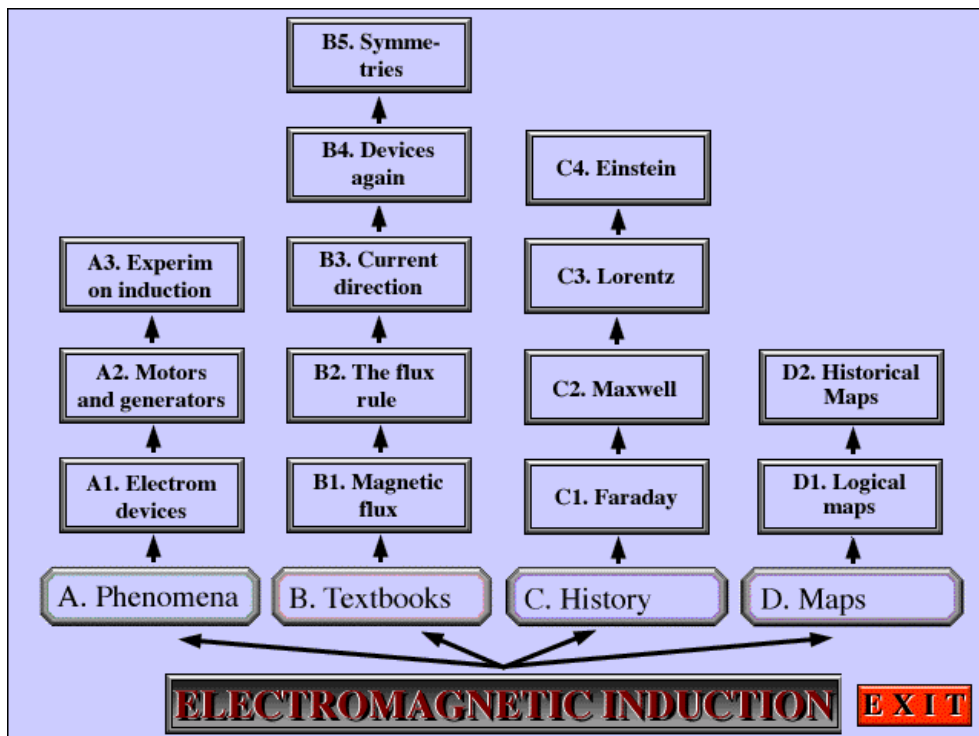
Questi archivi permettono allo studente o all’insegnante di selezionare I materiali ritenuti più interessanti per preparare una propria lezione o tesina. Le due frecce collocate dal centro verso sinistra e dal centro verso destra permettono l’avanzamento o la retrocessione di un frame alla volta. Esse permettono la fruizione dell’ipermedia, in particolare “First level”, in modo perfettamente sequenziale.

Nel frame “Home”, nella finestra in alto a sinistra vi è un bottone chiamato “Help”, che compare anche in molti altri punti dell’ipermedia. Quando esso è attivato per mezzo di un semplice click, un breve filmato descrive le operazioni necessarie per la piena fruizione di quel frame.

La finestra centrale di sinistra contiene la lista dei «case study»; per ora è attivo solo “Electromagnetic induction” ma, in futuro, quando anche gli altri «case study» saranno completati, tutti I titoli della lista saranno attivi. Clickando su uno di questi, nel disco centrale della finestra principale, comparirà una immagine corrispondente. Clickando su questa, si entrerà in quel «case study». In generale, in questa finestra, è disponibile il livello gerarchicamente superiore del frame attuale, cioè l’ambiente al quale tale frame appartiene. Per esemplificare, è come se, leggendo un paragrafo di un libro, in una parte della pagina, fossero disponibili i titoli di tutti i paragrafi del capitolo cui essi appartengono oppure, iniziando a leggere un capitolo, fossero elencati anche tutti I capitoli del libro. Questa finestra può evitare la sensazione di «perdersi» che hanno talvolta I fruitori degli ipertesti.

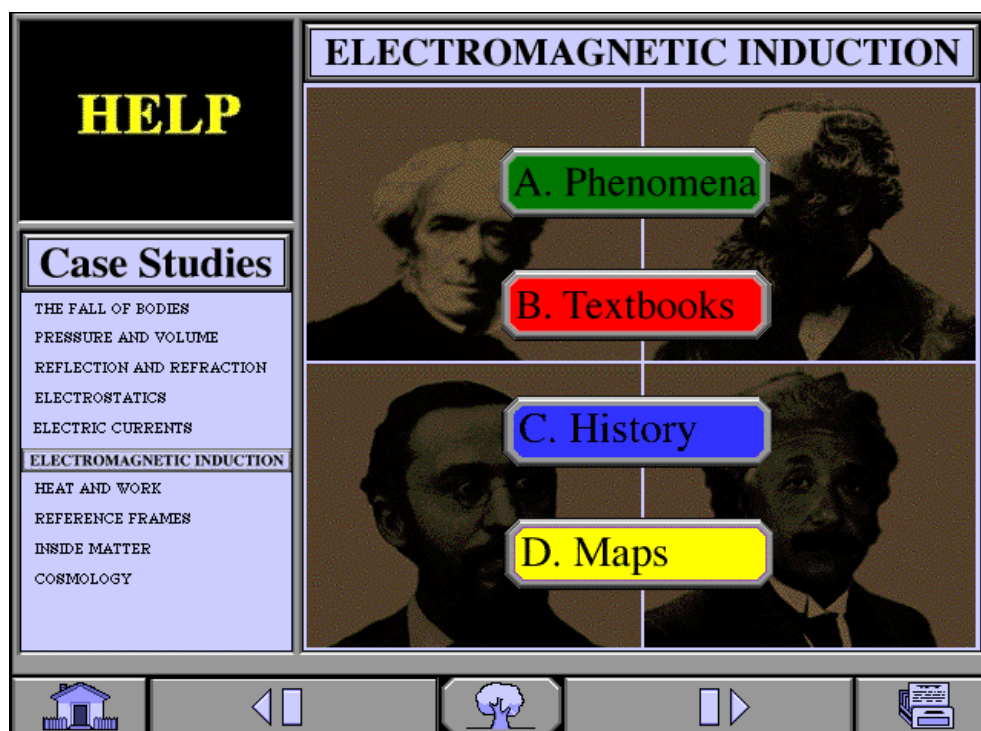
Tornando al frame “Home”, nella finestra principale, in alto, compare il titolo “PAVIA PROJECT PHYSICS”. Clickando su di esso, si accede ad una descrizione dell’ipermedia, sia dal punto di vista metodologico che dal punto di vista della sua architettura. Il disco sottostante rappresenta molto sinteticamente tale architettura. La parte centrale rappresenta I fenomeni e I problemi. La parte “Textbooks area” rappresenta l’area didattica, cioè la fisica così come presentata da libri di testo e manuali. La parte “Sources area” rappresenta l’area storica, la storia della fisica, in particolare le fonti originali degli scienziati. Infine, la parte “Conceptual maps” rappresenta l’area metodologica, cioè I nostri criteri per analizzare le teorie dal punto di vista logico e storico, anche per mezzo di mappe concettuali.

Nello stesso frame “Home”, alla base della finestra principale, compaiono I due bottoni “First level” e “Second level”. Il primo livello, che abbiamo detto essere rivolto agli studenti degli ultimi anni delle scuole superiori, è organizzato in modo semplice, come un albero ben ordinato.



I nodi dell’albero sono bottoni attivi. Clickando su di essi, si entra direttamente nei contenuti corrispondenti. I nodi possono essere visitati in modo sequenziale, seguendo l’ordine numerico e/o alfabetico, cioè A1, A2, A3, B1, B2, In tal caso, l’utente può fruire di una spiegazione coerente predeterminata. È sempre possibile, comunque, seguire I nodi in un ordine qualunque. L’albero rappresenta una ulteriore modalità di accesso ai contenuti dell’ipermedia.

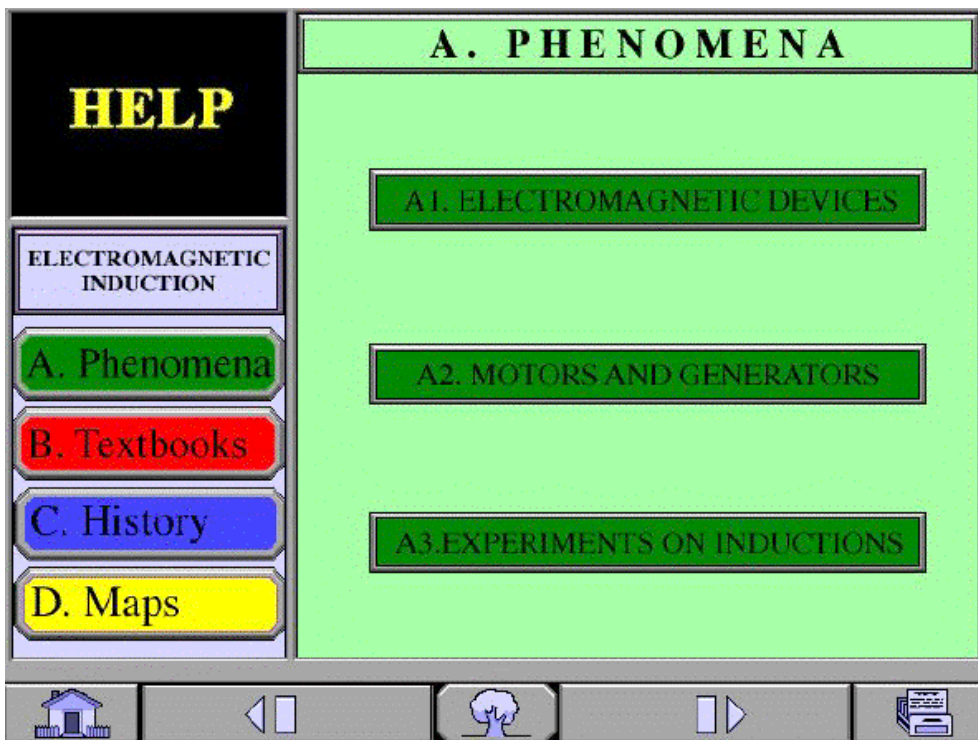
Anche nel frame di presentazione del “First level”, l’utente può seguire sequenzialmente le sezioni “A.Phenomena”, “B.Textbooks”, “C.History”, “D.Maps”, ma può visitarle anche in un ordine qualunque.



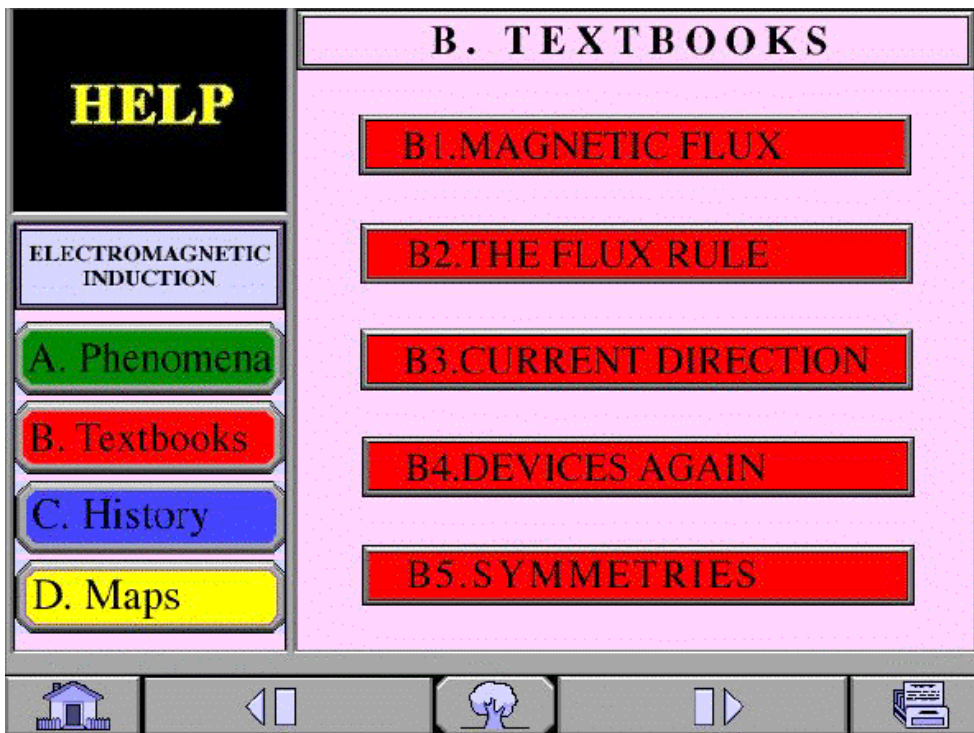
Nella finestra di sinistra, compare ancora la lista dei «case study» che rappresenta, rispetto alle sezioni di “Electromagnetic induction”, il livello gerarchicamente più vicino alla radice dell’ipermedia. Tutti I titoli della lista dovranno, in futuro, essere attivi, in modo che l’utente possa scegliere un diverso «case study».

La prima sezione, “A.Phenomena”, contiene un primo approccio, di tipo fenomenologico, al problema e/o al fenomeno. È a questo livello che si prendono in considerazione anche dispositivi o macchine che si incontrano nella vita quotidiana o che hanno comunque influenza sulla vita quotidiana. Nel caso di “Electromagnetic induction”, si tratta di frullatori, dinamo di biciclette, trasformatori per giocattoli, ... che sono mostrati attraverso dei filmati corredati da commento sonoro. Tutto ciò è collocato nel primo capitolo della sezione, “A1.Electromagnetic devices”. Nel capitolo successivo, “A2. Motors and generators”, c’è l’incontro con gli «oggetti fisici», cioè con le macchine e I loro principi di funzionamento, mostrati da animazioni tridimensionali. Infine, nel capitolo “A3.Experiments on induction”, si propone un semplice laboratorio di fisica, nel quale alcune animazioni mostrano tipici effetti di induzione per mezzo di magneti, circuiti e bobine.

Dalla finestra principale, l’utente può scegliere di accedere a qualunque capitolo, clickando sul nome corrispondente. Può anche decidere di cambiare sezione: I titoli delle sezioni, nella finestra di sinistra, sono attivi.

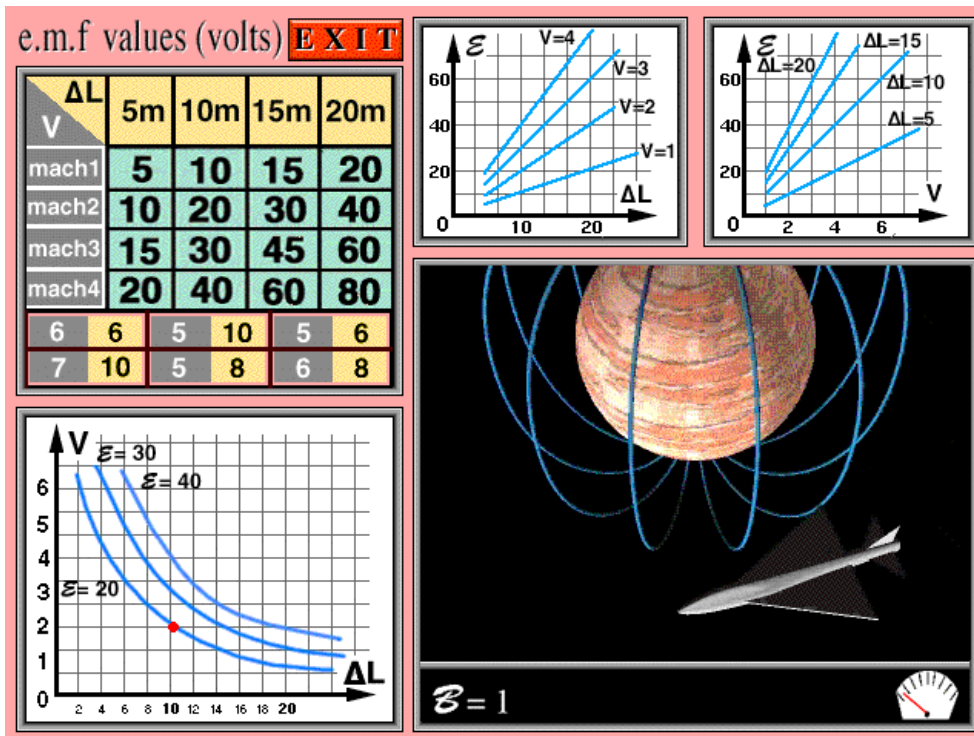


La seconda sezione, “B.Textbooks”, intende presentare l’argomento dell’induzione elettromagnetica come usualmente presentato dai manuali. I capitoli di questa sezione possono corrispondere effettivamente ai capitoli di un normale libro di testo per scuola superiore. Noi vorremmo offrire in più una più attenta analisi teorica e il supporto della multimedialità. In realtà, I cinque capitoli consistono in altrettante presentazioni multimediali, che noi consideriamo come l’unità base, significativa, di tutto l’ipermidia. Chiamiamo presentazione una unità logicamente coerente e dotata di significato autonomo nella quale vi sia la spiegazione di uno speaker, la presenza nel frame di alcune parole-chiave o frasi-chiave, immagini e/o animazioni.



Normalmente I manuali offrono un corredo di esercizi risolti e non; questo risponde all’esigenza di far applicare allo studente I contenuti appresi e di mostrare l’aspetto quantitativo, numerico, della fisica. Nell’ipermedia questo obiettivo è raggiunto con la presenza di una simulazione, cioè di una animazione quantitativa e interattiva.

In tale animazione, si propone una configurazione più accattivante rispetto ai consueti magneti e bobine: uno shuttle ruota nel piano equatoriale di un corpo celeste sconosciuto, attraverso il suo campo magnetico. Il moto del veicolo spaziale induce una corrente elettrica tra le estremità delle ali. L’utente viene invitato a variare sia la velocità dello shuttle che la sua apertura alare; per ogni coppia di valori apertura alare-velocità viene automaticamente calcolato il valore corrispondente della forza elettromotrice. Tutti questi valori vengono anche riportati su grafici che connettono, secondo diverse combinazioni le tre grandezze fisiche: velocità, apertura alare, forza elettromotrice.



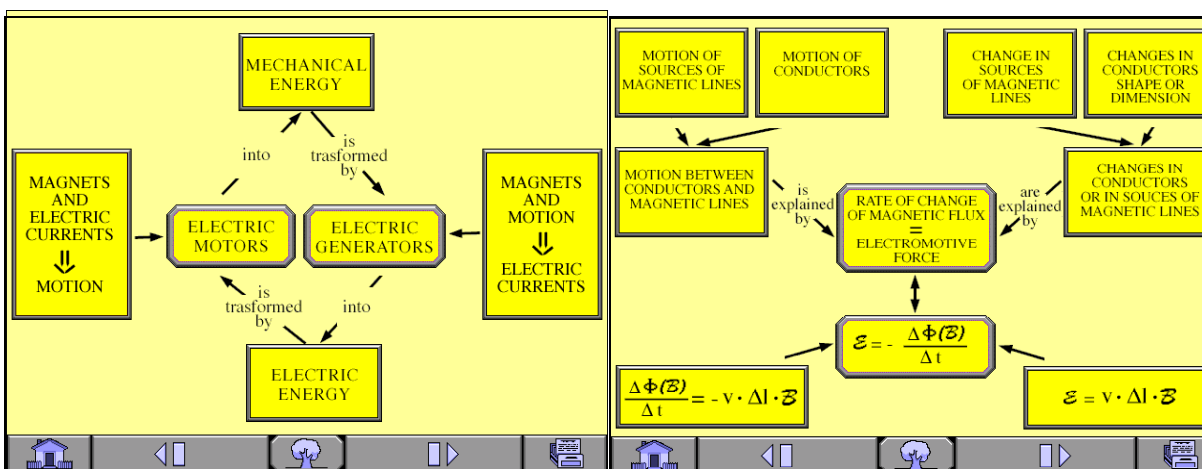
Nella terza sezione, “C.History”, l’utente viene invitato ad una breve esplorazione storica. Il fenomeno dell’induzione elettromagnetica viene indagato seguendo le interpretazioni di quattro grandi scienziati: Faraday, Maxwell, Lorentz, Einstein. Nel “First level”, l’indagine storica non può essere molto approfondita; presentiamo comunque le biografie degli scienziati, alcuni frammenti tratti dai testi originali e una breve descrizione dei loro modelli concettuali. Con l’espressione «modello concettuale» intendiamo il modo in cui lo scienziato cercava di rappresentare e spiegare i fenomeni. Per rendere comprensibili questi modelli concettuali, abbiamo utilizzato animazioni che permettono allo studente di «vederli» nella loro concretezza fisico-geometrica.



Clickando su una delle foto dei quattro fisici, appare la corrispondente biografia. Clickando sulla parola “WORLD”, compare il «mondo» corrispondente, cioè un frammento originale e la descrizione dei suoi modelli e delle sue interpretazioni.

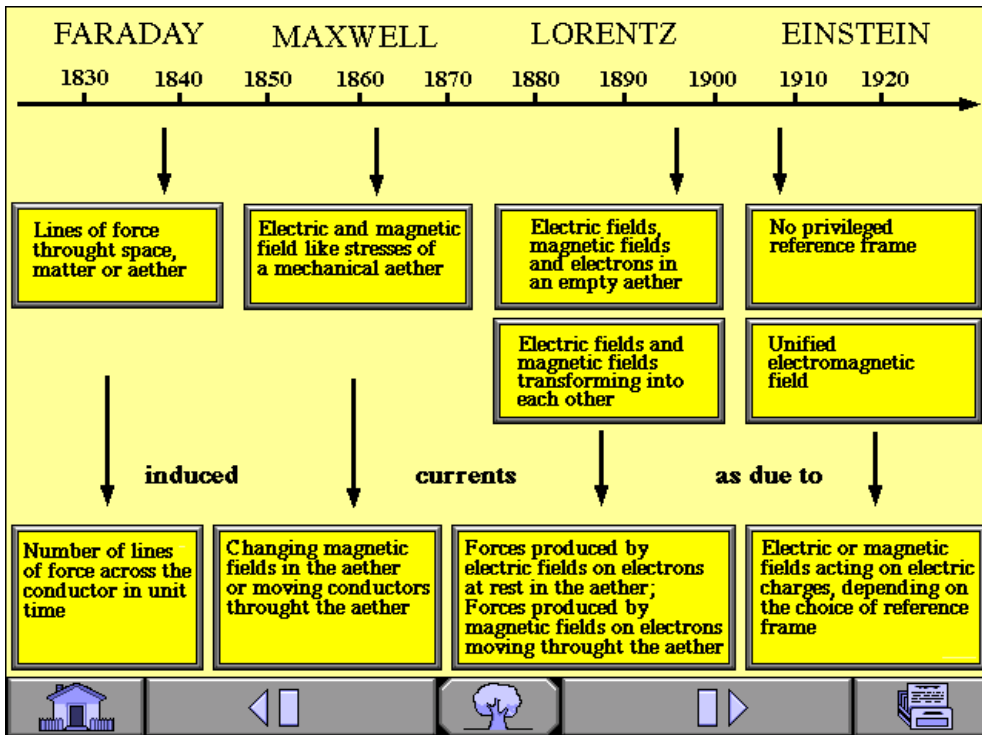
Nella quarta sezione, “D. Maps”, compaiono alcune mappe concettuali che hanno l’obiettivo di illustrare sinteticamente I contenuti del «case study». Lo studente può attivare le mappe logiche o le mappe storiche clickando sul nome corrispondente, nella finestra principale.

Chiamiamo «mappa logica» una mappa che collega fenomenologia e teoria da un punto di vista puramente logico-concettuale. Chiamiamo «mappa storica» una mappa che descrive l’emergere nel tempo, per ogni singolo scienziato, di modelli e interpretazioni.

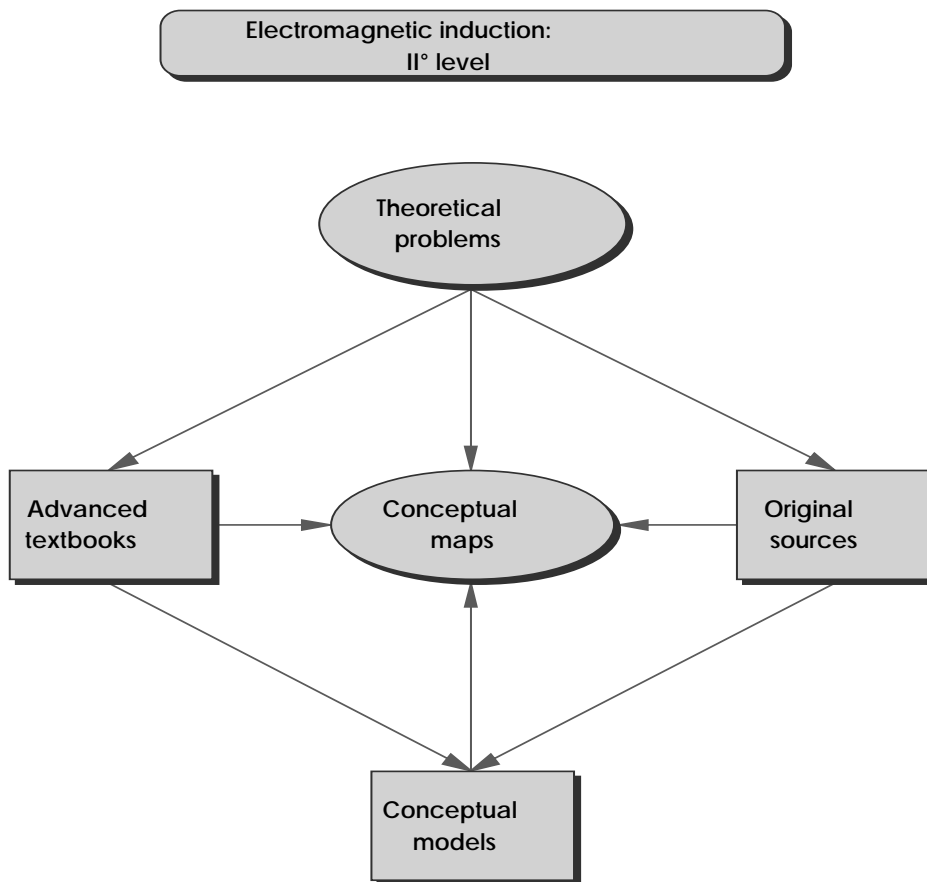


La mappa storica è attiva: I suoi nodi sono altrettanti bottoni sui quali è possibile clickare. Questa azione permette di attivare le presentazioni multimediali che descrivono il «mondo» (“WORLD”), cioè I modelli e le

interpretazioni di Faraday, Maxwell, Lorentz, Einstein. In questo modo, l’ipermedia offre una ulteriore possibilità di accesso ai suoi contenuti.



Accenniamo ora sinteticamente alla struttura del “Second level”, nel quale l’indagine teorica e l’indagine storica sono condotte in modo più sofisticato. “First level” è stato progettato come un avvincente viaggio multimediale. Diversi media contribuiscono nel presentare i suoi contenuti: films, immagini, commenti sonori, animazioni, simulazioni. La sua architettura è però - intenzionalmente - semplice, ad albero, percorribile in modo sequenziale. “Second level” è meno ricco di multimedialità, ma è più ricco di testi e la sua architettura è più complessa: non ad albero, ma come la tela di un ragno. Se in “First level” è accentuata la multimedialità dell’ipermedia, in “Second level” è accentuata la ipertestualità.



In “Second level”, l’indagine storica attraverso I diversi modelli e le diverse interpretazioni è più approfondita. Le teorie di ogni scienziato sono analizzate per mezzo dello strumento metodologico a quattro componenti, precedentemente descritto.

Complesse mappe concettuali mirano a due obiettivi:

- α) sintetizzare, sistematizzare e collegare I contenuti,
- β) offrire uno strumento per controllare l’apprendimento.

ELECTROMAGNETIC INDUCTION:
GENERAL MAP

ASYMMETRIC APPROACHES

SYMMETRIC APPROACHES

