

L'apprendimento basato su problemi: il museo come spunto per l'attività didattica

Franco Pirrami

Università di Camerino, Dipartimento di Scienze ambientali, Sezione Botanica ed Ecologia, Via Pontoni, 5. I-62032 Camerino (MC).
 E-mail: franco.pirrami@unicam.it

RIASSUNTO

Nel museo scientifico, così come durante la lezione di scienze a scuola, si può usare una didattica trasmissiva oppure un approccio che porti lo studente ad essere al centro del processo di apprendimento. Le raccomandazioni che provengono dal mondo della ricerca in didattica delle scienze consigliano di utilizzare un approccio didattico impostato secondo il metodo scientifico per trattare contenuti che siano rilevanti per i giovani. Questo al fine di aumentare la motivazione degli studenti verso le scienze e, allo stesso tempo, di portarli a comprendere la reale "natura della scienza" e a sviluppare abilità in ambito scientifico.

L'apprendimento basato su problemi può essere un efficace metodo per raggiungere questi scopi. Inoltre permette di utilizzare tematiche di educazione alla salute e di educazione ambientale per portare all'acquisizione di contenuti più strettamente scientifici e, allo stesso tempo, di sensibilizzare gli studenti sulle conseguenze dei propri comportamenti.

In questo lavoro viene descritta un'esperienza di utilizzo dell'apprendimento basato su problemi nella scuola secondaria. I risultati mostrano che il metodo viene apprezzato dalla maggior parte degli studenti e degli insegnanti, ma che vi sono anche dei problemi per una sua applicazione più frequente. Questa, però, a scuola come al museo, dipende anche dalle priorità che il docente intende stabilire.

Parole chiave:

apprendimento basato su problemi (ABP), scuola secondaria, educazione ambientale, opinioni degli studenti, priorità dell'insegnante.

ABSTRACT

Problem-based learning, museum for didactical activities.

In the scientific museum, as during the science lesson at school, we can use either a teacher-centred pedagogy or a student-centred approach.

Recommendations coming from the research in science education tell us that we should use an inquiry-based approach to deal with scientific contents that are relevant for young people. This would increase students' motivation towards science, and, at the same time, let them understand better the "nature of science" and develop scientific skills.

Problem-based learning could be an effective instructional method to meet these goals. Moreover it allows to use health education and environmental education issues to let the students acquire more strictly scientific contents, and, at the same time to let them reflect on the consequences of their behaviours.

An experience of the use of problem-based learning in secondary school is described in this work. The results show that the most of students and teachers appreciate the method, but that there are also some problems for a more frequent use of it. Nevertheless, both at school and in the Museum, this depends on the priorities established by the teacher.

Key words:

problem-based learning (PBL), secondary school, environmental education, students' feedback, teacher's priorities.

UN'USCITA AL MUSEO

Una classe sta di fronte ad una vetrina contenente campioni di avifauna. La guida sta spiegando le differenze dei becchi degli uccelli impagliati. C'è qualcuno che prende appunti, ma la maggior parte degli studenti sono per lo più annoiati e distratti.

Anche se sicuramente esistono strutture che propongono attività didattiche coinvolgenti, può capitare

spesso di vedere scene simili a questa durante le visite guidate fatte in natura o nei musei.

Il problema è che al museo o sul campo, molto spesso, si utilizza lo stesso approccio didattico trasmissivo che viene utilizzato a scuola dalla maggior parte degli insegnanti: si fanno poche domande, si pongono pochi problemi. E tutto ciò non porta certamente a risvegliare l'interesse degli alunni.

MA QUALE POTREBBERO ESSERE LE ALTERNATIVE?

Indicazione per aumentare il coinvolgimento e migliorare l'apprendimento.

La diminuzione della percentuale di studenti che scelgono gli studi in campo scientifico e tecnologico (European Commission, 2004; OECD, 2008) e il basso interesse dei giovani dei Paesi industrializzati per le discipline scientifiche (Sjøberg & Schreiner, 2005) hanno portato alla formulazione di indicazioni a favore di un cambiamento di approccio nell'educazione scientifica.

Nel nostro Paese, se si considerano gli scarsi risultati conseguiti dagli studenti italiani nelle prove PISA sulle competenze in ambito scientifico (OECD, 2006), la necessità di una modifica della modalità con cui insegnare le scienze si rivela ancora più urgente.

Al fine di aumentare l'interesse dei giovani verso le discipline scientifiche, viene consigliato il passaggio da una pedagogia impostata prevalentemente sulla deduzione alla cosiddetta "inquiry-based science education (IBSE)" (European Commission, 2007).

Il termine "inquiry" è stato tradotto in Italiano con la parola "investigazione" (Eurydice, 2006: 52). Questo termine però potrebbe non restituire interamente il significato di IBSE, la quale può essere definita come "un approccio che implica l'esplorazione del mondo naturale o materiale, la quale porta a porsi domande, a fare scoperte e a verificarne rigorosamente la validità, il tutto nella ricerca di nuovo sapere" (National Science Foundation, 1999).

In pratica si tratta di applicare nella didattica il processo del "fare scienza". Ritengo che sia proprio questo il punto di forza di tale impostazione, poiché, per arrivare all'acquisizione dei contenuti, gli studenti sono chiamati ad utilizzare il metodo scientifico e, pertanto, possono arrivare a comprendere la "natura della scienza" molto meglio di quando viene loro semplicemente spiegata.

Indicazioni in questa direzione provengono anche da Osborne e Dillon (2008), i quali suggeriscono di concentrarsi non solo sui contenuti scientifici, ma anche sul "come la scienza funziona". Gli stessi autori ritengono importante sottolineare che l'insegnamento delle scienze deve essere prioritariamente indirizzato all'acquisizione di una cultura scientifica da parte di tutti i futuri cittadini, prima ancora che alla formazione specifica di coloro che potranno diventare scienziati o ingegneri. Inoltre rilevano che i concetti scientifici sono spesso troppo frammentati tra le diverse discipline e che durante le lezioni di scienze non viene lasciato sufficiente spazio alla discussione e all'uso del "linguaggio della scienza". A questa mancanza si potrebbe facilmente ovviare impostando la lezione con l'utilizzo di "problemi autentici" che portino ad esercitare gli studenti nell'argomentazione in ambito scientifico (Jiménez-Aleixandre & Erduran, 2008).

Per aumentare la motivazione degli studenti nei confronti delle scienze, viene anche suggerito di trattare tematiche maggiormente collegate al contesto nel quale i giovani sono immersi. In questo modo essi potranno percepire più facilmente la rilevanza che la scienza ha per loro stessi e per la società in generale (Holbrook, 2008, OECD, 2008). A tale proposito, intendo sottolineare che un'impostazione di questo tipo richiede obbligatoriamente di partire da problemi che sono spesso complessi e che, pertanto, hanno bisogno di un approccio che integri i vari saperi disciplinari. Del resto è solamente con un approccio integrato che si può riuscire a favorire l'acquisizione di quella visione sistemica che è spesso elencata tra gli obiettivi dell'educazione scientifica, ma che è raramente perseguita nella pratica d'aula.

L'età critica in cui l'interesse per la scienza tende a diminuire si attesta attorno ai 15 anni (OECD, 2008). Per questo motivo ritengo importante che un nuovo modo di fare didattica venga utilizzato soprattutto, anche se non solamente, nella fascia d'età dell'obbligo scolastico della scuola secondaria. Occorre anche tener conto che il primo biennio della scuola secondaria di secondo grado rappresenta l'ultima possibilità di raggiungere tutti i giovani ed è, pertanto, fondamentale per operare ai fini di una alfabetizzazione scientifica diffusa, intesa in termini sia di conoscenze che di abilità.

Méheut (2006) sostiene che, anche a causa delle tecnologie informatiche attualmente a disposizione, le abilità cognitive di basso livello risultano sempre meno importanti, mentre quelle di più alto livello non possono essere acquisite con una didattica basata principalmente sulla trasmissione e sulla ripetizione.

Dalle conoscenze provenienti dall'ambito delle neuroscienze, sappiamo che durante l'adolescenza, a seguito del processo di pruning, in alcune aree del cervello vengono eliminate le connessioni nervose che non vengono utilizzate (Casey et al., 2001). Se teniamo conto di ciò, possiamo ipotizzare quanto sia importante richiedere agli alunni della scuola secondaria di svolgere compiti che li stimolino a sviluppare ed a mantenere abilità differenti, che vadano oltre la semplice memorizzazione di informazioni. Tra queste penso sia opportuno includere, ad esempio, le capacità di: identificare le cause e le conseguenze di un fenomeno; analizzare criticamente le informazioni; valutare l'affidabilità delle fonti; distinguere i fatti dalle opinioni; utilizzare una terminologia scientifica adeguata.

Alcune esperienze in atto in alcuni Paesi europei tengono conto delle varie indicazioni sopra esposte. Tra queste, ad esempio, "Science for public understanding", facoltativa nel Regno Unito, "Ciencias para el Mundo contemporáneo" (Fernández-González, 2008), obbligatoria in tutti gli indirizzi di studio in Spagna e progetti quali PARSEL (www.parsel.eu), Pollen (www.pollen-europa.net) o Sinus-Transfer.

L'APPRENDIMENTO BASATO SU PROBLEMI

Un collaudato metodo didattico, che consente di lavorare per lo sviluppo di abilità e, al tempo stesso, per l'acquisizione di conoscenze scientifiche, è l'apprendimento basato su problemi (ABP), meglio conosciuto come *problem-based learning* (PBL) (Barrows & Tamblyn, 1980; Bould & Feletti, 1997).

In breve, si tratta di sottoporre un problema agli alunni prima che questi abbiano acquisito le conoscenze per risolverlo e, poi, di guidarli nell'acquisizione attiva di queste conoscenze. Gli studenti sono così stimolati a discutere tra loro della tematica sollevata dal problema e ad individuare e cercare le informazioni di cui hanno bisogno per risolverlo.

L'apprendimento basato su problemi, sviluppato nelle facoltà di medicina, è ormai utilizzato in molte università e in diversi settori disciplinari un po' in tutto il mondo.

In Italia è stato impiegato in diversi contesti e utilizzando diversi nomi per identificarlo. Un fondamentale contributo per la diffusione nel nostro Paese è stato dato dall'Istituto Superiore di Sanità, dove viene utilizzato, con il nome originale, per la formazione e l'aggiornamento degli adulti (De Virgilio, 1999, 2003, 2005; Barbaro, 2008), e dall'Università degli Studi "Roma Tre" (Bandiera & Pacetti, 1998), dove è stato proposto l'acronimo PPA (problemi per apprendere). Un altro ateneo nel quale il metodo è stato adottato è quello di Trento, dove Birner (1999) ha proposto la sigla DBP (didatti a base di problemi). A livello di scuola secondaria è stato utilizzato da diversi insegnanti formati in seno all'Istituto Superiore di Sanità. Tra questi, Giannella (2003) si riferisce al metodo chiamandolo "apprendimento per problemi". Altre esperienze rilevanti di applicazione nelle scuole, dalla primaria alla secondaria di primo e secondo grado, sono state fatte in Emilia, dove viene utilizzato in abbinamento all'uso delle tecnologie multimediali e dove viene utilizzato sia il nome originale in lingua inglese che la definizione "didattica per problemi e progetti" (Zecchi, 2007). Durante il mio lavoro nelle classi ho preferito riferirmi a questo metodo chiamandolo "apprendimento basato su problemi". L'idea era quella di usare un nome in lingua italiana, traduzione letterale dell'originale, che, allo stesso tempo, portasse ad un acronimo uguale a quello usato in lingua spagnola, nella quale esiste una vasta letteratura relativa all'ABP (*aprendizaje basado en problemas*).

Per una descrizione più approfondita del metodo si rimanda ai lavori già citati e ai siti www.pbli.org e www.ucpbl.net. Sempre riguardo all'ABP si trovano indicazioni, sui fondamenti teorici, in Norman e Schmidt (1992) e, sulla progettazione dei curricula, in Kolmos (2004).

UNA SPERIMENTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO BASATO SU PROBLEMI: GLI OBIETTIVI

La sperimentazione che descrivo di seguito si inserisce nell'ambito di una ricerca sull'utilizzo e l'adattamento del metodo ABP, ai fini dell'integrazione dell'educazione alla salute e dell'educazione (alla sostenibilità) ambientale nei programmi di scienze naturali della scuola secondaria.

A mio parere è importante che l'alfabetizzazione scientifica diffusa comprenda anche quelle conoscenze che possono influenzare i comportamenti che i giovani adottano nei confronti di loro stessi e dell'ambiente in cui vivono. Ma l'adottare comportamenti corretti, soprattutto in adolescenza, di sicuro non passa semplicemente attraverso il sentirsi dire quel che è bene o quel che è male fare. Piuttosto, ritengo più efficace un approccio in cui i giovani siano messi in condizione di informarsi, di riflettere e di acquisire autonomamente quelle conoscenze necessarie per poter scoprire le conseguenze dei propri comportamenti, messi in atto sia in quanto singoli sia come membri di una collettività, locale o globale.

Le problematiche ambientali e quelle relative alla salute possono costituire degli ottimi punti di partenza per innescare un processo di apprendimento basato su problemi, che abbia come finalità anche l'acquisizione di contenuti più prettamente scientifici. Queste problematiche, normalmente, posseggono quell'attributo della rilevanza per i giovani e per la società, che, come abbiamo visto, può avere un'influenza positiva sulla motivazione degli studenti nei confronti della disciplina.

METODO: COME SI È LAVORATO IN CLASSE E COME SONO STATI RACCOLTI I DATI

Durante il secondo quadrimestre dell'anno scolastico 2007/2008, in sei classi prime di differenti Istituti tecnici statali, è stato utilizzato un approccio basato su un problema di tipo socio-ambientale per trattare il modulo riguardante l'idrosfera.

Durante la sessione iniziale agli studenti è stato dato un testo in cui si chiedeva loro di predisporre un libretto da far circolare tra la popolazione di un Comune nel quale, d'estate, l'erogazione dell'acqua veniva abitualmente interrotta. Il libretto doveva servire a spiegare perché è importante risparmiare l'acqua e a dare consigli pratici ai cittadini. Gli alunni, dopo la lettura del testo, hanno iniziato a discutere su quali sarebbero dovuti essere gli elementi importanti da inserire nel libretto. Alla fine della discussione, tra gli aspetti emersi, sono stati scelti quelli per i quali si dovevano cercare informazioni da portare per la seguente sessione. A partire dal secondo incontro le

informazioni, di volta in volta trovate, sono state condivise tra gli alunni. Il tutor controllava che queste fossero esatte, sottolineando l'importanza della fonte di provenienza. Se le informazioni non si dimostravano sufficienti, veniva richiesto un ulteriore approfondimento. Questo processo si è ripetuto durante l'arco di tre settimane, fino ad ottenere un quadro sufficientemente chiaro dei principali aspetti che erano stati sollevati nella discussione iniziale. Il lavoro si è svolto in parte in piccoli gruppi, in parte a livello di classe. L'attività, in nessun caso, è stata preceduta da spiegazioni degli argomenti da parte dell'insegnante.

Le impressioni degli studenti riguardo al metodo utilizzato sono state raccolte, dopo la verifica finale, tramite questionari anonimi, 104 in totale, comprendenti domande a risposte chiuse e aperte. Le impressioni degli insegnanti sono state raccolte tramite interviste.

RISULTATI E CONSIDERAZIONI: COSA È IMPORTANTE DIRE SULL'ACQUA

Di seguito vengono elencati i temi che gli studenti hanno ritenuto importante trattare nel libretto da consegnare alla popolazione (tra parentesi il numero delle classi in cui il tema è stato sollevato).

- Dove e in che forma si trova l'acqua sul pianeta Terra e che parte è disponibile per il consumo umano (6)
- Ciclo dell'acqua (6)
- Rocce e falde (3)
- Forme di prelievo dell'acqua per uso umano (5)
- Differenti tipi di utilizzo dell'acqua (6)
- Inquinamento delle acque e relative conseguenze (6)
- Depurazione delle acque e rimedi per diminuire l'inquinamento (5)
- Potabilizzazione e distribuzione fino alle abitazioni (6)
- Costi e qualità dell'acqua in bottiglia e di quella del rubinetto (4)
- Proprietà chimico-fisiche dell'acqua (5)
- Importanza per gli esseri viventi (6)
- Oro azzurro e conflitti per l'acqua (4)
- Acqua disponibile e consumo pro capite nei diversi Paesi (3)
- Tecniche per il risparmio nelle abitazioni (6)
- Sprechi e risparmi nella distribuzione e negli usi non domestici (3)

Si può notare che un problema di questo tipo fa emergere naturalmente concetti che di solito vengono trattati separatamente in diverse discipline, quali scienze della terra, biologia, chimica e fisica, oltre ad aspetti più prettamente di tipo tecnico, ambientale o sociale. Gli studenti, se da una parte possono essere un po' disorientati da un problema così vasto, dall'altra apprezzano il fatto di poter vedere sin dall'inizio quali sono le applicazioni pratiche di ciò che sono chiamati a studiare.

RISULTATI E CONSIDERAZIONI: COSA PENSANO GLI STUDENTI DEL LAVORO SVOLTO

Le risposte a scelta multipla date nel questionario indicano che il 55,3% degli studenti ritiene che il metodo dia la possibilità di approfondire di più l'argomento trattato, contro il 7,8% che pensa il contrario. Inoltre il 51,5% degli stessi ritiene che il proprio interesse sia stato maggiore del solito, contro il 7,8% che pensa che sia stato più basso. Infine il 76,1% degli studenti dichiara di voler utilizzare il metodo ABP più spesso, mentre il 23,9% preferisce il metodo tradizionale. Dalle domande aperte, alle quali hanno risposto in media l'80% degli alunni, possiamo trarre altre indicazioni, le quali sono spesso più interessanti, in quanto gli studenti sono più liberi di esprimersi e possono evidenziare anche concetti non previsti dal ricercatore.

Tra gli aspetti che sono piaciuti, alcuni si riferiscono alla modalità di lavoro adottata: "la maggiore autonomia e responsabilità", "poter esprimere la propria opinione", "discutere tra ragazzi e con il professore", "lavorare in gruppo", "ricercare informazioni e non usare solo il libro di testo". Inoltre il 22% degli studenti ha apprezzato il "trattare un argomento importante e utile nella vita di tutti i giorni". A questo proposito viene da chiedersi se si sarebbe avuta la stessa risposta nel caso in cui l'unità didattica sull'idrosfera fosse stata affrontata con il metodo tradizionale, così come è normalmente impostata nella maggior parte dei libri di testo.

In generale, vale la pena sottolineare che gli studenti apprezzano quegli aspetti del processo di insegnamento-apprendimento che implicano una partecipazione più attiva e una maggiore responsabilità da parte loro. Tra gli aspetti che non sono piaciuti, non tutti sono negativi ("è durato troppo poco", "si doveva stare sempre attenti"), ma altri debbono far riflettere ("nel gruppo non tutti lavoravano", "c'era troppo lavoro da svolgere a casa", "alla fine il libretto non è stato fatto", "non era chiaro che cosa studiare per prepararsi alla verifica"). Quest'ultimo commento, espresso dal 11% degli alunni, può essere relazionato al metodo in sé, al tipo di verifica utilizzata o all'abitudine degli studenti ad una didattica esclusivamente di tipo tradizionale. Riguardo a quest'ultimo aspetto, si può ipotizzare che con l'uso più frequente di metodi di apprendimento attivo il problema tenda a ridimensionarsi. D'altro canto, non bisogna ignorare il problema ed è necessario impegnarsi sia per individuare forme di verifica congruenti con gli obiettivi che ci si pone con questo tipo di approccio didattico, sia per adattare nel modo migliore la metodologia ABP al contesto della scuola secondaria, i cui studenti normalmente non posseggono sufficiente autonomia. Voglio chiarire che con questo non intendo dire che la soluzione stia nell'abbassamento degli obiettivi, al contrario, ritengo che i maggiori sforzi debbano essere indirizzati a far sviluppare allo studente quelle abilità che lo rendono più autonomo nell'acquisizione del proprio sapere.

RISULTATI E CONSIDERAZIONI: COSA PENSANO GLI INSEGNANTI

Le interviste ai docenti hanno confermato la maggiore partecipazione degli alunni, soprattutto di quelli normalmente meno coinvolti. Dal punto di vista dell'acquisizione dei contenuti, sono stati evidenziati risultati mediamente in linea con quelli riscontrati nelle altre verifiche. Vi sono stati però casi di studenti che solitamente ottengono risultati buoni, che invece hanno incontrato alcune difficoltà, come pure di risultati migliori da parte di studenti che normalmente ottengono valutazioni negative. La quasi totalità degli insegnanti (5 su 6) dichiara la volontà di continuare ad utilizzare questo tipo di approccio didattico poiché: "aumenta la motivazione degli studenti verso lo studio delle scienze", "li stimola a riflettere"; "fa sviluppare abilità e autonomia". Un'applicazione più frequente del metodo ABP è però ostacolata "dal vasto programma da svolgere" e "dal maggior tempo richiesto per la trattazione di un argomento, rispetto a quello necessario quando si utilizza un approccio didattico tradizionale". L'acquisizione delle conoscenze disciplinari si dimostra essere, per l'insegnante, una priorità al momento della pianificazione del lavoro con le classi. Eppure esistono evidenze che l'apprendimento basato su problemi consente di mantenere più a lungo le conoscenze acquisite (Schmidt et al., 2006).

Sicuramente, un curriculum con degli obiettivi di apprendimento impostati meno sui contenuti e più sulle abilità che gli studenti dovrebbero arrivare a possedere alla fine del percorso scolastico, consentirebbe ai docenti di utilizzare più liberamente gli approcci didattici basati su problemi. Occorre però saper fare anche delle scelte come singoli insegnanti, chiedendosi se sia più importante svolgere tutto il programma ed avere degli studenti che in un certo momento dell'anno sono capaci di ripetere delle nozioni che poi vengono facilmente dimenticate, oppure se sia meglio concentrarsi solo su una parte di quel programma, svolgendolo in maniera più approfondita e, allo stesso tempo, lavorare sulla costruzione di abilità generali e disciplinari.

RITORNANDO AL MUSEO

Se smettiamo di pensare, insegnanti e guide, che, per affrontare una tematica, sia necessario aver spiegato precedentemente tutta la teoria che la riguarda, il museo scientifico si può rivelare uno straordinario alleato per impostare il lavorare secondo il metodo ABP. Ha strutture, attrezzature, collezioni che possono essere utilizzate per la formulazione di problemi che costituiscano il momento iniziale di un percorso didattico. E i problemi formulati durante una visita al museo è molto probabile che siano più reali di quelli che si possono formulare in classe.

Ad esempio, dato che nei musei, almeno in quelli più strutturati, si fa anche scienza, allora si potrebbero pensare delle attività didattiche che siano il parallelo di quelle svolte dai ricercatori. Inoltre, i ragazzi potrebbero magari toccare, misurare, confrontare, proseguire il lavoro in classe e ritornare di nuovo al museo.

Tornando al piccolo esempio iniziale delle vetrine con gli uccelli impagliati, si potrebbero tirare fuori alcuni campioni e, una volta suddivisi gli studenti in gruppi, tutti dotati di calibro, carta (bianca) e matita, si potrebbe iniziare a far prendere delle misure. Si otterrebbero dati da dover organizzare e, facendo ruotare più rilevatori sugli stessi campioni, si potrebbe trattare anche la questione dell'errore (sempre se non si sia convinti che l'argomento riguardi solo la fisica). Poi si potrebbe chiedere agli studenti di collegare il becco di ogni uccello al tipo di cibo di cui si nutre (del quale ci sarebbero altri campioni) e di inserire i vari esemplari in ambienti differenti, naturalmente sempre chiedendo di giustificare le scelte fatte.

Certo che così, alla fine della visita, del museo non avremo visto che una minima parte. Ma d'altronde c'è da chiedersi se sia più importante farsi un'indigestione di campioni di minerali, piante e animali, magari anche abilmente raccontati da un'ottima guida, oppure se sia meglio lasciare il tempo agli studenti di sperimentare il "fare scienza" e di interrogarsi sui perché di quel che vedono. Anche in questo caso non bisogna farsi prendere dalla frenesia del fare tutto. In fondo, il museo rimane lì, ci si può sempre ritornare.

RINGRAZIAMENTI

Questo lavoro non sarebbe stato possibile senza la disponibilità delle/dei seguenti insegnanti: Donatella Bossoletti, Silvia Boemi, Matteo Centurelli, Giovanna Griffo, Gigliola Rampichini, Donatella Re e Augusta Speranza.

BIBLIOGRAFIA

- BANDIERA M., PACETTI M., 1998. Didattica orientativa: da "PBL" (Problem Based Learning) a "PPA" (Problemi Per Apprendere). *Università e Scuola*, III(1/R): 64-70.
- BARBARO M. C., 2008. Il problem-based learning a scuola. In: Bedetti C., Barbaro M.C. Rossi A.M. (eds.), *L'uso e l'abuso degli animali: spunti per un'azione didattica*. Istituto Superiore di Sanità, Roma, pp. 99-107.
- BARROWS H. S., TAMBLYN R. M., 1980. *Problem-based Learning: an approach to medical education*. Springer Publishing Company, New York, 206 pp.
- BIRNER J., 1999. Il piacere di imparare. *Unitn, periodico di informazione politica e cultura dell'Università degli Studi di Trento*, 10(2), <http://www.unitn.it/unitn/numero10/didattica.html> (accessed 12.V.2009)

- BOUD D., FELETTI G., 1997. *The challenge of problem-based learning* (2nd ed.). Kogan Page, London, 344 pp.
- CASEY, B. J., GIEDD, J. N. AND THOMAS, K. M., 2001. Structural and functional brain development and its relation to cognitive development. *Biological Psychology*, 54(1-3): 241-257.
- DE VIRGILIO G., 1999. Problem-based learning for health workers continuing education: an experience from Lazio region in Italy. *Education for Health*, 12(2): 271.
- DE VIRGILIO G., 2003. Descrizione del metodo didattico "Problem-based Learning". In: Bedetti C., Barbaro M. C., Bertini A. (eds.), *Le nuove droghe: spunti per un'azione didattica*. Istituto Superiore di Sanità, Roma, pp. 3-8.
- DE VIRGILIO G., 2005. Introduzione al Problem-based Learning. In Bedetti C., Bertini A. (ed.), *Recenti tematiche in microbiologia: spunti per una azione didattica*. Istituto Superiore di Sanità, Roma, pp. 17-23.
- EUROPEAN COMMISSION, 2004. *Report by the High Level Group on Increasing Human Resources for Science and Technology in Europe*. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 215 pp.
- EUROPEAN COMMISSION, 2007. *Science Education NOW: A renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 29 pp.
- EURYDICE, 2006. L'insegnamento delle scienze nelle scuole in Europa, politiche e ricerca. *Eurydice, la rete di informazione sull'istruzione in Europa*. Bruxelles, 93 pp.
- FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ M., 2008. Ciencias para el mundo contemporáneo, algunas reflexiones didácticas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(2): 185-199.
- GIANNELLA S., 2003, L'apprendimento per problemi nell'esperienza della V ginnasio I del Liceo Virgilio di Roma. In: Bedetti C., Barbaro M.C., Bertini A. (ed.), *Le nuove droghe: spunti per un'azione didattica*. Istituto Superiore di Sanità, Roma, pp. 40-45.
- HOLBROOK J., 2008. Introduction to the Special Issue of Science Education International Devoted to PARSEL. *Science Education International*, 19(3): 257-266.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE M. P., ERDURAN S., 2008. Argumentation in science education: An overview. In: Erduran S., Jiménez-Aleixandre M. P. (ed.), *Argumentation in science education: perspectives from classroom-based research*. Springer, Dordrecht, pp.3-27.
- KOLMOS A., 2004. Estrategias para desarrollar currículos basados en la formulación de problemas y organizados en base a proyectos. *Educar*, 33: 77-96.
- MÉHEUT M., 2006. Ricerche nella didattica e nella formazione degli insegnanti di scienze. In: Eurydice, L'insegnamento delle scienze nelle scuole in Europa, politiche e ricerca. *Eurydice, la rete di informazione sull'istruzione in Europa*, Bruxelles, pp. 55-76.
- NATIONAL SCIENCE FOUNDATION, 1999. *Inquiry, Thoughts, Views, and Strategies for the K-5 Classroom*. Foundations, A monograph for professionals in science, mathematics, and technology education (2), 117 pp., <http://www.nsf.gov/pubs/2000/nsf99148/pdf/nsf99148.pdf> (accessed 14.V.2009).
- NORMAN G., SCHMIDT H., 1992. The psychological basis of problem-based learning: a review of the evidence. *Academic Medicine*, 67: 575-65.
- OECD, 2006. PISA 2006, *Science Competencies for Tomorrow's World, Volume 1: Analysis*. OECD Publications, Paris, 390 pp.
- OECD, 2008. *Encouraging Student Interest in Science and Technology Studies*. OECD Publications, Paris, 132 pp.
- OSBORNE J., DILLON, J., 2008. *Science Education in Europe: Critical Reflections*. The Nuffield Foundation, London, 32 pp.
- SCHMIDT H. G., VERMEULEN L., VAN DER MOLEN H. T., 2006. Long-term effects of problem-based learning: a comparison of competencies acquired by graduates of a problem-based and a conventional medical school. *Medical Education*, 40: 562-567.
- SJØBERG S., SCHREINER C., 2005. How do learners in different cultures relate to science and technology? Results and perspectives from the project ROSE. *Asia Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 6: 1-16.
- ZECCHI E., 2007. Lepida Scuola e il Doppio Ambiente di Apprendimento. *Rivista on line, Ufficio Scolastico Regionale per l'Emilia Romagna*, 36 pp.

SITI INTERNET (accessed 31.10.2009)

www.parsel.eu
www.pollen-europa.net