

LA TECNOLOGIA DEL LEGNO: ESPERIENZE DIDATTICHE DALLA SCUOLA PRIMARIA ALL'UNIVERSITÀ

Tiziana Urso¹, Alan Crivellaro¹

¹Dipartimento TESAF, Università di Padova, Legnaro (PD); tiziana.urso@unipd.it

Per promuovere la conoscenza e la cultura del legno fin dalla scuola primaria e secondaria abbiamo ideato alcune esperienze pratiche proporzionate all'età degli studenti, con l'obiettivo di fornire informazioni semplici ma scientificamente esatte. Tali attività hanno interessato sia gli aspetti botanici che tecnologici e applicativi del legno.

Le attività didattiche sono state proposte ad alcune classi di una scuola primaria di Vittorio Veneto (TV), e a due classi quarte di una scuola primaria di Padova. Gli studenti della scuola secondaria sono stati invece raggiunti attraverso le edizioni dal 2008 al 2013 della mostra scientifica interattiva "Sperimentando", a Padova.

In ambito universitario sono state messe a punto alcune specifiche procedure e apparecchiature per poter svolgere in aula le esercitazioni per il corso di Tecnologia del legno. La difficoltà nello svolgimento di questa tipologia di esercitazioni risiede soprattutto nella necessità di particolari attrezzature e nella lunghezza dei tempi tecnici. È stata messa a punto una procedura che riduce a circa 60 minuti il tempo di essiccazione di provini per la determinazione dell'umidità, utilizzando il forno a microonde. Per la determinazione della resistenza meccanica a flessione è stata approntata una piccola apparecchiatura che utilizza l'acqua come carico ed un comparatore centesimale per la lettura delle deformazioni.

Parole chiave: didattica, tecnologia del legno, formazione.

Keywords: learning activities, wood technology, training.

<http://dx.doi.org/10.4129/2cis-tu-tec>

1. Introduzione

Da diversi anni negli Stati Uniti sono attivi programmi sistematici e organizzati di diffusione della cultura forestale e del legno dedicati agli scolari della scuola primaria. Questi programmi presero inizio da un fatto casuale, l'osservazione di una bambina durante la visita di una scolarella presso i laboratori della FWRC (Forest Products Research Centre, Mississippi State University) circa i danni che l'industria del legno produce all'ambiente in quanto "taglia gli alberi" (Garrard *et al.*, 1999). Da questo episodio originò un'interessante iniziativa: mostrare l'importanza del legno e derivati ai bambini delle scuole primarie, far capire che il legno è un materiale rinnovabile, riciclabile, biodegradabile ma allo stesso tempo durevole, che le industrie del legno non rovinano l'ambiente, con lo scopo finale di fare chiarezza nella generale percezione negativa che circonda l'uso delle risorse forestali negli Stati Uniti, e di cominciare a formare le persone che dovranno utilizzare gli alberi che vengono piantati ora, supplendo alle carenze dei programmi scolastici.

L'iniziativa ebbe un tale successo che la Mississippi State University e aziende private del settore finanziarono uno specifico programma, il *Wood Magic*, che si dotò di una classe mobile per soddisfare tutte le richieste delle scuole.

Dopo questa esperienza, altre università americane, tra le

quali la Virginia Polytechnic Institute and State University e la Oregon State University, hanno promosso progetti nell'ambito della scienza del legno, delle scienze forestali e dell'utilizzazione delle risorse naturali, destinati a bambini di 8-9 anni, che riflettono i bisogni specifici del loro territorio (Lockee *et al.*, 2003). In Italia, nonostante l'importanza economica dell'industria del legno soprattutto in alcune regioni, tra le quali il Triveneto, non c'è una conoscenza adeguata del materiale, né le scuole investono nella formazione del settore. Nella programmazione didattica delle scuole primarie e secondarie, qualora non specificatamente indirizzate alla materia, si è osservato infatti una generale mancanza di informazione anche degli aspetti più banali inerenti il legno come materiale, dovuta senza dubbio alla specificità del tema e all'ampiezza dei programmi scolastici. Tale disinformazione è confermata anche dagli errori che talvolta si riscontrano nel materiale didattico per la scuola. Tuttavia nei programmi ministeriali della scuola dell'obbligo è prevista la specifica trattazione di argomenti legati al mondo della produzione della circostante realtà (D.P.R. 12 febbraio 1985, n. 104).

Si è sviluppato così un progetto finalizzato alla individuazione di semplici attività didattiche mirate alla conoscenza e alla cultura del legno, iniziando a far conoscere il materiale legno in alcuni suoi aspetti fin dalla scuola primaria. Tali attività sono state presentate

nel corso di alcune lezioni/esercitazioni in due scuole primarie, e in più edizioni della mostra scientifica interattiva “Sperimentando”, che si tiene ogni anno a Padova, diretta ai ragazzi della scuola primaria e secondaria. Il *learning by doing* è un sistema didattico ottimo anche per la didattica universitaria, tanto che le esercitazioni pratiche rivestono sempre una buona percentuale dei crediti formativi offerti. Similmente quindi si sono volute studiare le metodiche per alcune attività di laboratorio da poter svolgere in un’aula universitaria, in grado di superare le difficoltà pratiche legate alla necessità di apparecchiature specifiche non disponibili in aula e di tempi tecnici superiori alle ore a disposizione.

2. L’insegnamento nella scuola

Nella scuola primaria e secondaria l’insegnamento della botanica è impartito con informazioni via via più approfondite sull’anatomia e fisiologia vegetale. Il legno viene trattato sia nel programma di scienze naturali, trattando la struttura e la fisiologia delle piante, sia nel programma di tecnologia, dove viene invece considerato come materia prima. Nei diversi ordini scolastici la complessità e la precisione con cui viene trattata la materia è crescente. Si parla di legno però solo dal punto di vista fisiologico, approfondendo la funzione di trasporto dell’acqua. La terminologia utilizzata non è sempre corretta, e diversi aspetti non vengono presi in considerazione. Nella nostra esperienza si è appurato che gli stessi insegnanti non hanno sempre una preparazione di base adeguata sull’argomento, e i testi utilizzati sono spesso imprecisi.

Un esempio dell’imprecisione che si riscontra nel materiale didattico per la scuola è riportato in Fig. 1, che mostra il particolare di un plastico scientifico degli anni ‘70, nel quale è schematizzata la sezione di “fusto di dicotiledone”. In esso si possono notare diversi errori e imprecisioni, per quanto riguarda il legno:

- gli anelli apparentemente sono a porosità anulare, tuttavia sono segnati solo i vasi primaticci e mancano completamente i vasi del legno tardivo;
- pur avendo solo tre anelli di accrescimento (anni), i vasi primaticci presentano le tille in ogni anello: in una situazione di questo tipo, il trasporto sarebbe impossibile;
- non sono presenti vasi tardivi: le cellule del legno tardivo appaiono essere tutte fibre. In realtà, la schematizzazione richiama un legno omoxilo, nel quale però i vasi primaticci sarebbero totalmente fuori luogo;
- gli anelli appaiono più scuri nella zona primaticcia, e più chiari nella zona tardiva, nella realtà normalmente è il contrario;
- il primo anello, quello più centrale, viene indicato come “legno di 1 anno”, mentre quello più esterno come “legno di 3 anni”: in realtà l’anello più centrale ha 3 anni, quello periferico 1 solo anno, essendo stato prodotto per ultimo.

Un problema che può rendere difficile per gli insegnanti l’esecuzione di attività collegate al legno è la difficoltà a reperire materiale adeguato: legni di specie diverse, campioni di alburno e durame, e così via. Per

la scuola primaria è stato così studiato il progetto “Portiamo il legno nella scuola” che ha individuato quegli aspetti del legno e derivati che potevano essere spiegati con attività pratiche, semplici, proporzionate all’età dei ragazzi, senza richiedere manualità eccessiva o attrezzature complicate, con materiale di semplice reperibilità; divertenti, brevi, non pericolose, in modo da essere svolte dai ragazzi senza interventi degli adulti. Il progetto si è sviluppato in un percorso intuitivo diviso in due parti, una collegata all’aspetto botanico del materiale, l’altra a quello più tecnologico. Le esperienze proposte potevano essere svolte anche separatamente, in quanto indipendenti fra loro: in questo modo il docente della scuola poteva individuare quella o quelle più rispondenti ai propri obiettivi didattici.

Complementare al progetto è stata la produzione di materiale didattico per il docente che è stato messo così in grado di affrontare il tema del legno anche nell’ambito delle proprie attività curricolari. Le attività didattiche per la scuola primaria hanno interessato nel 2006 le classi terze, quarte e quinte di una scuola primaria di Vittorio Veneto (TV) (Urso e Coan, 2008), e nel 2012 due classi quarte di una scuola di Padova.

Gli studenti della scuola secondaria sono stati invece raggiunti attraverso le edizioni svoltesi dal 2008 al 2013 della mostra scientifica interattiva “Sperimentando”, manifestazione curata dall’Associazione per l’Insegnamento della Fisica, che si avvale della consulenza scientifica e della collaborazione del personale di enti scientifici e di enti locali, che si tiene a Padova sin dai primi anni 2000.

Di seguito si riportano alcune attività didattiche proposte nella scuola primaria e nel corso di Sperimentando.

1) *Conosciamo l’albero dal suo legno*: nel legno si trova scritta la storia dell’albero. Partendo da questo assunto sono state presentate più attività identificate da una domanda specifica: quanti anni ha? Come sta? Come si chiama? Si è lavorato su rotelle levigate di conifere e latifoglie. Gli studenti hanno potuto vedere la successione degli strati interni di un fusto, e la differenza tra gli anelli delle conifere e delle latifoglie, dopo aver capito in cosa consiste un anello di accrescimento. Hanno contato e misurato l’ampiezza degli anelli, messo in grafico le misure effettuate, e determinato l’età della pianta. Hanno potuto così riflettere sul tasso di accrescimento dell’albero e sulle variazioni di ampiezza degli anelli, che sono state messe in relazione con lo stato di salute della pianta. Sono state osservati e spiegati anche eventuali difetti presenti, come nodi e cicatrici. Per spiegare la modalità di riconoscimento macroscopico del legno è stata stilata una semplice chiave di identificazione, con 4 specie legnose, che è stata utilizzata per il riconoscimento di campioni prismati.

2) *Le bolle di sapone*: questa semplice esperienza ha permesso di dimostrare la funzione fisiologica del legno nella pianta in piedi, e di spiegare la differenza di funzionamento tra alburno e durame. Sono state utilizzate asticcioline in quercia, ricavate o dall’alburno, oppure dal durame: con l’alburno si riuscivano a fare le bolle di

sapone, con il durame no. Tralasciando l'inaspettato effetto di competizione tra chi aveva il campione di alborno e chi no, si è rivelata un'esperienza molto divertente e coinvolgente, oltre che efficace. (Fig. 2)

3) *Il panino e la torta di legno*: due semplici esperienze in ambito tecnologico, che hanno permesso di parlare di prodotti legnosi, facendo produrre ai ragazzini un pannello in particelle e un pannello multistrato, a partire da segatura, fogli in legno e colla vinilica.

4) *La caccia al tesoro*: sono stati allestiti dei cartelloni con le immagini di prodotti derivati dal legno, sia di quelli dove il legno è direttamente riconoscibile, sia di quelli più insospettabili. Le immagini hanno fornito il pretesto per organizzare una gara a chi riconosceva più derivati dal legno. Successivamente sono stati mostrati e illustrati anche i derivati nei quali il legno non era più riconoscibile.

3. L'insegnamento universitario

Solo a livello universitario la conoscenza del legno viene affrontata in modo completo, nei corsi di laurea in Scienze Forestali, e in alcuni corsi di laurea nell'ambito dei Beni Culturali, di Ingegneria e di Architettura. Il legno viene trattato in forma generica nei corsi di Botanica e Biologia, mentre viene approfondito sia negli aspetti anatomici che tecnologici negli insegnamenti di Xilologia e Tecnologia del legno. Le esercitazioni pratiche sono sempre necessarie per una didattica efficace, ma si scontrano con alcune difficoltà come la necessità di specifiche attrezzature, non sempre disponibili, e la lunghezza dei tempi tecnici per l'esecuzione di alcune procedure. Per ovviare ad alcuni di questi inconvenienti e per poter eseguire le esercitazioni in aula, abbiamo messo a punto alcune specifiche procedure e apparecchiature, che vengono proposte nell'insegnamento di Xilologia e Tecnologia del legno del corso in Scienze forestali ed ambientali di Padova (Urso e Crivellaro, 2008).

3.1 Studio delle relazioni legno-acqua

L'affinità del legno per l'acqua condiziona pesantemente le proprietà e gli impieghi del materiale (Skaar, 1988). Nello studio delle relazioni legno-acqua è necessario disidratare completamente il legno, per misurare le dimensioni ed il peso minimi che il campione assume allo stato anidro. La procedura standard per la disidratazione completa prevede l'utilizzo di una stufa termostatica ventilata alla temperatura di $103 \pm 2^\circ\text{C}$, secondo procedure previste da specifiche normative (EN 13183: 2003) che richiedono tempi tecnici nell'ordine delle decine di ore, incompatibili con la programmazione didattica.

Nel corso delle esercitazioni viene così adottata una procedura di essiccazione del legno che usa un comune forno a microonde di tipo domestico (Benvenuti e Cavalli, 1999), che porta a risultati affidabili in tempi congrui alla didattica.

Si utilizzano campioni di legno di faggio di $50 \times 50 \times 15$ mm (dimensione minima in direzione assiale), uno per studente. Dopo avere determinato il peso e il volume di ciascun campione, viene condotta l'essiccazione nel forno a microonde applicando cicli successivi di riscal-

damento a potenza 750W, di durata compresa tra i tre e i cinque minuti ciascuno.

Tra due cicli consecutivi i campioni sono posti a raffreddare in essiccatori contenenti gel di silice che assorbe il vapore emesso. Dopo ogni ciclo di raffreddamento il campione viene pesato, quindi nuovamente riscaldato. Tale procedura è ripetuta fino a quando due pesate successive indicano una differenza in peso nell'ordine del 5%. Il numero di cicli non è definito a priori, in quanto varia a seconda del contenuto d'acqua iniziale del campione, delle sue dimensioni e della specie legnosa.

Il tempo necessario per portare allo stato secco un campione di faggio delle dimensioni descritte è circa 90-100 minuti, compresi i tempi di raffreddamento fra un ciclo di essiccazione e l'altro. La procedura così velocizzata consente di poter eseguire nell'arco di due ore di lezione le determinazioni dell'umidità e dei ritiri dimensionali del legno.

La procedura qui proposta ha dei limiti tecnici dettati dall'esigenza di dover eseguire la prova in tempi brevi. In particolare è difficile riuscire a portare i campioni di legno allo stato completamente secco, ed è difficile riuscire a stabilire con esattezza quando interrompere il ciclo di essiccazione e considerare come peso anidro l'ultimo valore di peso determinato. Ne consegue che i valori dell'umidità e dei ritiri così determinati risultano approssimativi, ma comunque didatticamente efficaci.

I limiti della procedura, chiaramente sottolineati durante l'esercitazione, non compromettono l'efficacia didattica dell'esperienza in quanto coinvolge direttamente gli studenti per la misura del peso e delle dimensioni dei campioni e per la rappresentazione grafica dell'esperienza.

3.2 Studio delle proprietà meccaniche del legno

Lo studio delle proprietà e delle resistenze meccaniche del legno trova il suo completamento ideale nella possibilità di poter eseguire delle prove meccaniche sul materiale.

Le prove di tipo statico si contraddistinguono per la lentezza di esecuzione: la sollecitazione viene applicata al campione mediante un'apparecchiatura che si muove molto lentamente. Osservando su un grafico l'andamento delle deformazioni del provino in funzione dell'aumento del carico è possibile fare alcune considerazioni teoriche legate al carico massimo supportato dal provino, al suo modulo di elasticità e al suo comportamento nelle varie fasi della sollecitazione.

Con l'obiettivo di coinvolgere direttamente gli studenti nell'esecuzione di prove a flessione viene utilizzata in aula una semplice apparecchiatura appositamente studiata e costruita che permette di eseguire, in modo semplice e sicuro, prove di flessione statica su listelli di legno (Fig. 3). L'apparato che trasferisce il carico al provino è composto da un recipiente in plastica (A), una tavoletta di sostegno (B) e da un'asta in metallo (C). Questi elementi gravano direttamente sul provino. L'asta metallica scorre verticalmente, mantenuta in posizione ortogonale al provino da una guida. Il provino di legno (E) ha una sezione quadrata di 4 mm di lato e una lunghezza di 20 cm; poggia su due supporti (D) che hanno una distanza regolabile. Sotto al provino, in corrispondenza dell'asta

metallica verticale, poggia un comparatore centesimale (F) per la rilevazione delle deformazioni corrispondenti ad ogni aumento di carico.

La prova si svolge nelle seguenti fasi:

1. si misurano le dimensioni ed il peso del provino;
2. il provino viene posizionato sui supporti;
3. sotto al provino si posiziona il comparatore, e lo si azzerava;
4. si pesa il complesso asta metallica-tavoletta recipiente. Il peso di questo insieme, una volta posizionato nella propria sede, costituisce il primo valore di carico applicato sul provino;
5. si legge sul comparatore la deformazione corrispondente a questo primo incremento di carico;
6. si versano circa 100 ml di acqua nel recipiente;
7. si legge sul comparatore la deformazione corrispondente;
8. ogni incremento di carico, corrispondente a circa 100 g di acqua, ma comunque calibrati in base all'andamento dell'esperienza, e ogni conseguente deformazione, vengono registrati in un apposito foglio elettronico, rappresentato in Fig. 4;

9. si procede fino alla rottura del provino.

Nel foglio di lavoro Excel vengono registrati le dimensioni del provino ed il suo peso (per il calcolo della massa volumica), le distanze fra gli appoggi, i valori di carico e deformazione nel punto elastico. Con questi dati è possibile determinare il modulo di elasticità e la resistenza a flessione del provino.

L'esecuzione della prova prevede la collaborazione fra quattro studenti: due addetti al "carico", il terzo alla lettura delle deformazioni e il quarto all'immissione dei dati sul foglio elettronico (Fig. 5).

Il foglio elettronico proiettato a parete consente di poter osservare il comportamento del legno in seguito ad ogni aumento di carico, verificando punto per punto, da parte di tutti gli studenti, l'andamento del grafico e potendo trarre da ciò tutte le considerazioni del caso.

Uno dei limiti dell'apparato è che la dimensione dei provini e la geometria di prova non rispondono agli standard suggeriti dalle normative per le prove su campioni di legno netto. Tuttavia la strumentazione assolve pienamente i suoi obiettivi didattici.

Da un punto di vista didattico permette infatti un confronto attendibile tra il comportamento di specie diverse, oppure fra campioni di una stessa specie legnosa con diverso contenuto di umidità. Inoltre coinvolge in prima persona gli studenti sia nell'esecuzione della prova che nella elaborazione dei dati.

4. Conclusioni

L'organizzazione di attività pratiche, a sostegno della trattazione teorica, si conferma efficace per la comprensione dei contenuti proposti a qualunque età. Le attività studiate per la tecnologia del legno stimolano interesse e curiosità sia negli studenti più giovani, che in quelli universitari, forse più difficili da coinvolgere. A livello universitario gli studenti dimostrano una migliore comprensione degli argomenti trattati, ed hanno espresso nel tempo particolare apprezzamento per le attività proposte attraverso le schede di valutazione del corso. È quindi possibile diffondere conoscenza sul materiale legno a tutti i livelli di formazione, la chiave per farlo è quella di proporre gli argomenti sia con semplici ma corrette spiegazioni teoriche, ma soprattutto con esperienze pratiche.



Figura 1. Particolare di un plastico scientifico degli anni '70, Collana Plastici Scientifici Edizioni Rico, Firenze.

Figure 1. Particular of a scientific plastic model from '70s, Collana Plastici Scientifici Edizioni Rico, Firenze.



Figura 2. Le bolle di sapone.
Figure 2. Soap bubbles.

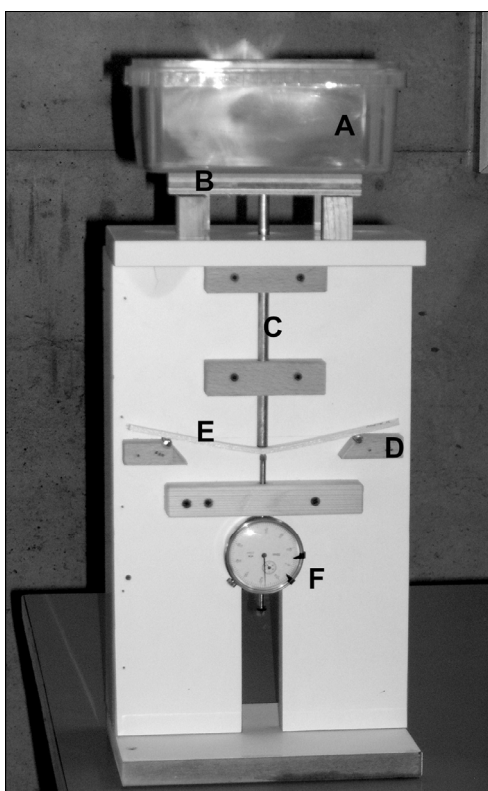


Figura 3. Apparato sperimentale per la prova a flessione. A: recipiente per l'acqua, B: tavoletta di sostegno, C: asta, D: supporti per il campione, E: provino in legno, F: comparatore centesimale.
Figure 3. The experimental apparatus for bending test. A: water container, B: tablet support, C: shaft, D: supports for the sample, E: wood sample, F: deflection gauge.

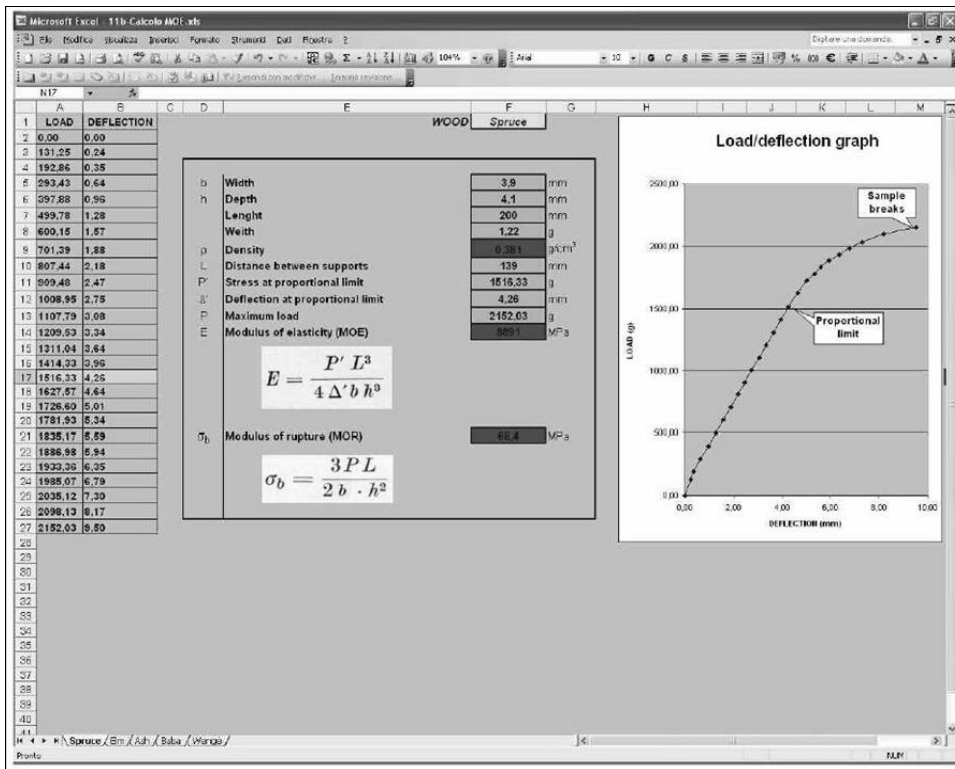


Figura 4. Foglio di lavoro elettronico che riporta i dati sperimentali: all'aumentare del carico durante la prova il programma aggiorna in tempo reale il grafico carico/deformazione. È inoltre possibile seguire direttamente la deformazione, il modulo elastico e il modulo di rottura.

Figure 4. Spreadsheet table reporting the experimental results: while the load increases during the test the diagram representing deformation as a function of applied load is updated by the program. It is therefore possible to directly follow deformations, Modulus of Elasticity and Modulus of Rupture variations.



Figura 5. La prova meccanica eseguita in aula.
Figure 5. Mechanical test in the classroom.

SUMMARY

Wood technology: teaching experience from primary to university

To promote the knowledge and culture of the wood since the primary and secondary school levels we designed some learning activities calibrated on the actual age of the students.

Our goal has been to provide simple but scientifically accurate information through simple and engaging practical experiences. These activities concerned the wood as seen from both the botanical and the technological point of view.

The educational activities for primary school involved some classes of a primary school of Vittorio Veneto (TV), and two classes of a primary school of Padua. Secondary education students were instead reached through the 2008-2013 editions of the interactive science exhibition "Sperimentando" held in Padua. Even at the university level effective teaching of Wood Technology can be provided by practical exercises. The difficulty on this respect lies primarily in the need for large equipment and the length of time required. To overcome some of these problems and to be able to perform the exercises in the classroom, we have developed a number of specific procedures and equipment.

One of the procedures applied in the classroom includes the use of microwave to dry the specimens for the measurement of the shrinkage of the wood. Among the equipment a small testing machine that uses water as a

load and a dial gauge for reading the deformations has been developed.

BIBLIOGRAFIA CITATA E DI RIFERIMENTO

- Benvenuti L., Cavalli R., 1999 – *L'impiego del forno a microonde di tipo domestico per la determinazione rapida dell'umidità del legno*. Rivista di Ingegneria Agraria, 2: 117-122.
- DPR 12 febbraio 1985, n. 104 – *Approvazione dei nuovi programmi didattici per la scuola primaria*. Gazzetta Ufficiale n. 76, 29 marzo 1985.
- EN 13183-1:2002 – *Moisture content of a piece of sawn timber - Determination by oven dry method*.
- Garrard A.W., Barnes H.M., Seale R.D., Connors T.E., 1999 – *Wood Magic Science Fair*. Forest Products J., 49 (2): 10-15.
- Lockee B.B., Pugh C.E., Zink-Sharp A., 2003 – *Wood magic at a distance*. Forest Products J., 53 (9): 6-14.
- Montagner M., 2011 – *Evoluzione del settore del mobile nel Veneto nell'ultimo decennio*. Tesi di laurea in Ingegneria Gestionale, Università di Padova, AA 2011/2012 (relatore prof. A. Birolo).
- Skaar C., 1988 – *Wood-Water Relations*. Springer Series in Wood Science. Springer Verlag, Berlino.
- Urso T., Coan L., 2008 – *Draft bring the wood study in school*. In: ICERI 2008 Proceedings CD, Madrid, 17-19 novembre 2008, VALENCIA:IATED.
- Urso T., Crivellaro A., 2008 – *Experimental teaching in wood technology*. In: ICERI 2008 Proceedings CD. Madrid, 17-19 nov. 2008, VALENCIA:I-ATED.