

SPUNTINI...PER UNA LEZIONE CON MICROONDE: COSA SI PUO' FARE CON UN FORNO A MICROONDE?

A cura di Maria Ines Ruvolato*

in collaborazione con Marco Falasca, Pier Roberto Gimondo e Claudio Castucci***

Gruppo "Parole della Scienza" – CeSeDi di Torino

INTRODUZIONE

La presenza del forno a microonde è ormai ampiamente diffusa nelle nostre abitazioni, per cui esso è diventato un oggetto di uso quotidiano, utilizzato anche dai giovani con dimestichezza e regolarità.

Lo scopo di questo articolo è suggerire alcune attività che possono essere svolte nella scuola secondaria di secondo grado, nell'ottica di una didattica laboratoriale, più pensata che agita, poiché questi esperimenti richiedono materiale povero e di uso comune e non necessariamente la disponibilità di un laboratorio di chimica o di fisica, ma possono essere sfruttati come esempi per rendere più interattivo l'approccio al concetto di microonde e dei relativi effetti sulla materia.

Vengono di seguito riportate alcune delle motivazioni a supporto di un'attività didattica con l'uso del forno a microonde e, a seguire, sei investigazioni sul forno o con il forno a microonde, accompagnate da una domanda guida. Tali attività o proposte non intendono essere esaustive, ma dimostrare quanto dall'evidenza sperimentale si possano introdurre o verificare molti concetti nell'ambito chimico e fisico, in modo semplice ed auspicabilmente efficace.

PERCHE' SVOLGERE IN CLASSE QUESTE ATTIVITA' NEL PRIMO BIENNIO della scuola secondaria di secondo grado

- Per avvicinare gli studenti allo studio della fisica, ed in particolare alla conoscenza delle onde e delle radiazioni elettromagnetiche.
- Per sfatare il binomio radiazione = pericolo.
- Per intraprendere lo studio delle interazioni tra radiazioni e materia e, attraverso esso, pervenire ad una più profonda comprensione delle proprietà della materia e dei materiali.
- Per stimolare indagini su un oggetto di uso quotidiano, quale il forno a microonde, sui cui effetti sugli alimenti e sull'uomo esistono ancora questioni aperte.
- Per introdurre o consolidare concetti inerenti alcune proprietà della materia, come la polarità e la conducibilità.

* ISTITUTO STATALE DI ISTRUZIONE SUPERIORE "G. MARCONI" - TORTONA

** ISTITUTO STATALE DI ISTRUZIONE SUPERIORE "GOBETTI MARCHESINI-CASALE-ARDUINO " – TORINO

PERCHE' SVOLGERE IN CLASSE QUESTE ATTIVITA' NEL SECONDO BIENNIO della scuola secondaria di secondo grado

A seconda dell'indirizzo di studi l'indagine sul forno e le proprietà delle microonde può:

- Sostenere e supportare con un approccio sperimentale la didattica delle radiazioni, spesso percepita dagli studenti come astratta e ostica.
- Promuovere lo studio delle interazioni tra le microonde ed i diversi materiali, giustificandone il diverso comportamento in funzione della struttura chimica.
- Utilizzare semplici esperimenti per introdurre i parametri caratteristici delle microonde.
- Sfruttare le potenzialità del forno a microonde, oggetto diffuso in molte scuole e comunque acquistabile con spesa contenuta, per svolgere ulteriori esperienze didattiche, quali l'applicazione ai passaggi di stato dell'acqua ed all'esplorazione del concetto di calore latente.

OBIETTIVI DI APPRENDIMENTO

Riconoscere che le microonde sono un tipo di radiazioni, con parametri ed energia caratteristici.

Comprendere che dalla struttura della materia dipende la sua interazione con le microonde.

Comprendere la relazione tra la polarità delle molecole d'acqua e l'effetto termico delle microonde.

Conoscere e descrivere lo spettro delle radiazioni elettromagnetiche.

CONOSCENZE E ABILITA' per lo SVILUPPO DELLE COMPETENZE

Saper distinguere il grado di pericolosità delle radiazioni elettromagnetiche e delle microonde per l'uomo.

Prevedere la compatibilità di diversi materiali con le microonde.

Riconoscere le proprietà delle onde stazionarie.

Saper spiegare il principio su cui si basa l'effetto termico delle microonde.

Essere consapevoli delle molteplici applicazioni delle microonde in campo scientifico.

Saper calcolare la velocità della luce, partendo da evidenze sperimentali.

TEMPO DEDICATO ALL'ATTIVITA'

Il tempo è funzionale alla rilevanza didattica che si vuole dare al modulo: difficilmente nell'istituto tecnico le onde vengono affrontate in modo strutturato nei corsi di fisica del primo biennio e nel triennio vengono proposte nel corso di Analisi chimica e strumentale come concetti propedeutici allo studio delle tecniche spettrofotometriche.

Alcune delle esperienze che verranno proposte potrebbero essere utilizzate per introdurre lo studio dei modelli atomici nel secondo anno di corso o per trovare conferme sperimentali durante lo studio della polarità delle molecole, per poi approfondire le conoscenze negli anni successivi nei corsi di Analisi chimica e Tecnologie chimiche; in quest'ultimo caso il forno a microonde può diventare un valido alleato per indagare l'equazione fondamentale della termologia, lo studio del calore sensibile e del calore latente e dei passaggi di stato.

ATTIVITA'/INVESTIGAZIONE

Per motivi di sicurezza gli studenti devono essere consapevoli fin dall'inizio che le attività proposte vanno svolte esclusivamente a scuola, sotto la supervisione dell'insegnante ed adottando di volta in volta le precauzioni più opportune; qualunque prova domestica è da escludersi non solo per i rischi che comporta, ma anche perché il forno a microonde del laboratorio scolastico è a tutti gli effetti uno "strumento", a differenza del forno di casa, deputato solo alla cottura dei cibi.

1. INDAGINE DEL FORNO A MICROONDE (1 ora)
2. INDAGINE CON I MARSHMALLOWS o CON LE FETTE DI PANE TOSTATO (2ore)
3. INDAGINE CON LE LAMPADINE ED I LED (30 minuti)
4. INDAGINE CON LE TAVOLETTE DI CIOCCOLATA (1 ora)
5. INDAGINE CON CUBETTI DI ACQUA E OLIO GHIACCIATI (1 ora)
6. INDAGINE CON SOLUZIONE SALINA (30 minuti)



1. INDAGINE DEL FORNO A MICROONDE

COSA SI PUO' FARE CON UN FORNO A MICROONDE?

La domanda serve per sondare alcune semplici conoscenze, di cui sono in possesso gli studenti più giovani. Le possibili risposte verranno elencate (cuocere o scaldare un cibo, comunicare a distanza, costruire dei radar...) per essere poi riprese successivamente.

Chiedendo ai ragazzi di distinguere in due categorie i cibi che si scaldano e quelli che non si scaldano nel forno a microonde si può introdurre la riflessione su quale sia il fattore che li accomuna.

COME E' FATTO? QUALI DISPOSITIVI CONTIENE?

Si osserva la struttura e si mettono in evidenza le parti costitutive, le funzioni di cui è provvisto, i materiali di cui è composto...

PARTE VISIBILE	DISPOSITIVI INTERNI
STRUTTURA DI METALLO	Magnetron
SPORTELLO TRASPARENTE PER VEDERE MA CON GRIGLIA METALLICA
2 MANOPOLE
Piatto girevole	
...	

2. INDAGINE CON I MARSHMALLOWS (o le fette di pane da toast)

COME FUNZIONANO LE MICROONDE?

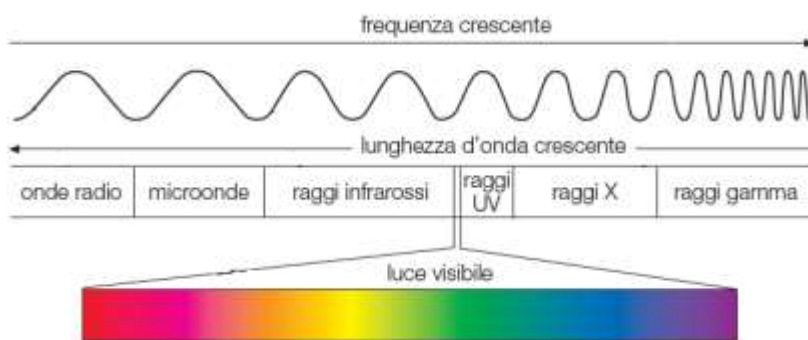
La risposta è costruita sperimentalmente, soprattutto con i ragazzi del primo biennio, scaldando dei marshmallows in una teglia per microonde (a potenza intermedia, per ca. 20-30 secondi) senza piatto girevole: li vedremo sollevarsi solo in alcuni punti:



Anche alcune fette di pane da toast si vedranno progressivamente scurire solo in alcune parti.

Emerge la giustificazione della presenza di un piatto girevole: sembra che le onde si “concentrino” di più in alcuni punti, per cui la cottura potrebbe risultare disomogenea. Ciò accade perché le onde sono innanzi tutto riflesse dalle pareti del forno ed inoltre godono della proprietà dell’interferenza.

A questo punto si propone lo spettro delle radiazioni elettromagnetiche e l’analisi dei parametri caratteristici di un’onda:



- Frequenza dell’onda elettromagnetica ν : il numero di cicli che l’ampiezza delle forze elettriche e magnetiche hanno nell’unità di tempo (per le microonde: 0,3-300 GHz; 1 Hz = 1 oscillazione/s)
- Lunghezza d’onda della radiazione λ : la distanza tra due picchi dell’onda (10 cm-1 mm)
- Velocità di propagazione dell’onda elettromagnetica c : la velocità della luce (circa 300000 Km/s)
- Frequenza e lunghezza d’onda sono legate in modo molto semplice dalla velocità della luce:

$$\text{frequenza} = \text{velocità della luce} / \text{lunghezza d'onda} \quad \nu = \frac{c}{\lambda}$$

Cioè onde elettromagnetiche di grande frequenza hanno una piccola lunghezza d'onda.

COSA SONO QUINDI LE MICROONDE?

Sono onde elettromagnetiche meno energetiche di quelle della luce in cui l'intensità del campo elettrico e magnetico varia miliardi di volte al secondo...

Le microonde sono ONDE STAZIONARIE: l'energia non viene trasferita da un punto ad un altro, ma rimane localizzata.



Ciascun punto vibra con un'energia propria. Esse sono riflesse sulle pareti dell'apparecchio:

- in alcuni punti si annullano: NODI – non c'è OSCILLAZIONE (ampiezza nulla)
- in altri punti si rinforzano: PICCHI (o creste) e VENTRI (o avvallamenti)- l'oscillazione è massima (ampiezza massima).

3. INDAGINE CON LE LAMPADINE ED I LED

QUAL E' LA NATURA DELLE MICROONDE? Ed inoltre: perché le lampadine/led si accendono? si inseriscono dei led su un supporto (polistirolo oppure pasta da modellare lavorata in strato sottile), si pone sul piatto girevole accendendo il forno alla minima potenza, per pochi secondi (non essendo presente nel forno una massa significativa che assorba le microonde, si rischia di danneggiarlo).





Questa prova è suggestiva: gli studenti osservano che durante la rotazione del piatto solo alcuni led si accendono; saranno invitati dall'insegnante ad elaborare la motivazione discutendo in coppie cooperative, dopo aver cercato in rete informazioni sulle caratteristiche di led, lampadine a filamento di tungsteno e a gas.

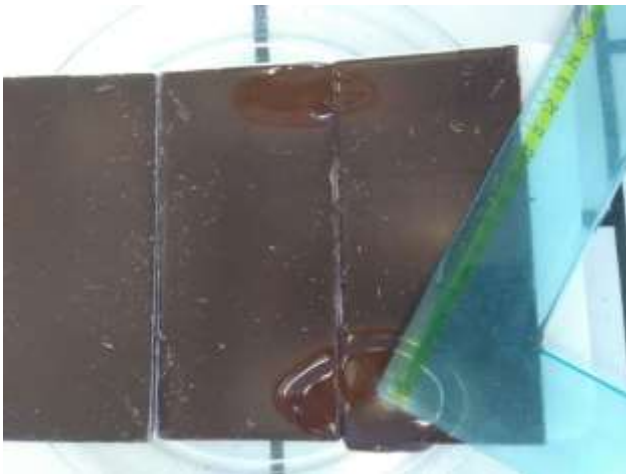
4. INDAGINE CON LE TAVOLETTE DI CIOCCOLATA A CHE VELOCITA' VIAGGIANO LE MICROONDE?

Tre tavolette di cioccolata inserite nel forno a media potenza per 20 s circa riveleranno che la cioccolata inizia a fondere dove si raggiunge la temperatura più alta, quindi in corrispondenza delle creste e degli avvallamenti, corrispondenti ad una semionda.

La distanza misurata è 6 cm, quindi una lunghezza d'onda è $\lambda = 12 \text{ cm} = 0,12 \text{ m}$.

Poiché $c = v\lambda$ e $v = 2,45 \times 10^9 \text{ Hz}$ allora:

$$C = 2\,450\,000\,000 \text{ Hz} \times 0,12 \text{ m} = 294\,000\,000 \text{ m/s} \sim 300\,000\,000 \text{ m/s} = \mathbf{300\,000 \text{ km/s}}$$



Questa prova si rivela particolarmente efficace nel rendere concreta la relazione tra lunghezza d'onda e velocità della radiazione.

5. INDAGINE CON CUBETTI DI ACQUA E OLIO GHIACCIATI

E' POSSIBILE CONFRONTARE LA POLARITA' DELLE SOSTANZE?

Si osserva che un cubetto di acqua ed un cubetto di olio ghiacciati impiegano tempi molto diversi per fondere, a parità di potenza applicata. Si è scelto di utilizzare olio d'oliva al posto del cicloesano riportato in bibliografia per evitare i problemi di tossicità ed infiammabilità di tale solvente.



A questo punto è opportuno approfondire la correlazione tra l'effetto termico delle microonde e la struttura della materia:

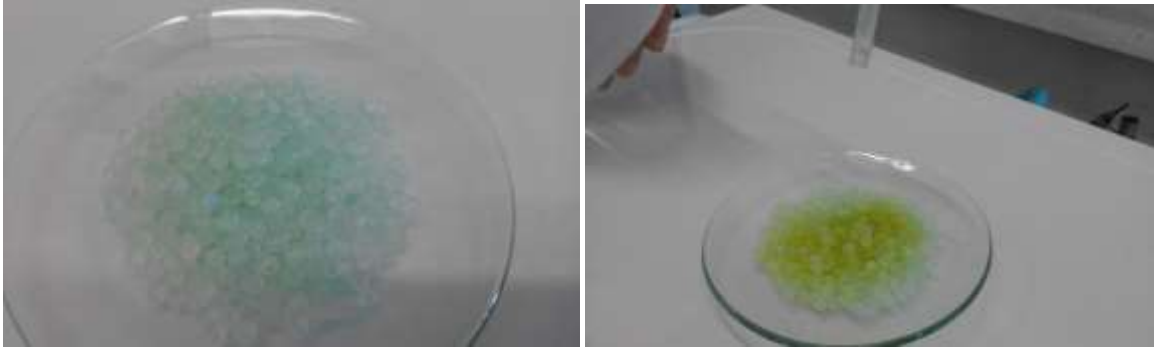
- l'acqua è POLARE, cioè sensibile ad un CAMPO ELETTROMAGNETICO
- ...perciò può MUOVERSI nel campo generato dalle microonde
- ...si possono allora fare muovere velocemente le molecole di acqua facendo variare il campo velocemente
- ...le molecole si urteranno sempre più e si scaldano: EFFETTI TERMICI dell'energia associata alle onde!

Il cibo cotto dalle microonde è quello più ricco in acqua e più povero in zucchero e sale; anche il ghiaccio, che blocca le molecole d'acqua allo stato solido, ostacola la cottura nei forni a microonde, oggi provvisti della funzione apposita per lo scongelamento.

A conferma dell'azione delle microonde sull'acqua si può:

- chiedere agli studenti se conoscono sostanze impiegate in laboratorio e/o di uso comune capaci di assorbire acqua; potrebbero fare una ricerca in internet;
- successivamente dovrebbero mettere a punto una metodica di verifica dell'igroscopicità della sostanza con il forno;

una delle opzioni potrebbe essere disidratare un campione di gel di silice e successivamente reidratarlo...



...osservando i cambiamenti di colore e misurando la variazione di massa.

6. INDAGINE CON UNA SOLUZIONE DI ACQUA E CLORURO DI SODIO COME STUDIARE LA CONDUCIBILITA' DELLE SOLUZIONI?

Si confronta l'innalzamento di temperatura di due campioni:

il primo costituito da 1 becher contenente 200 mL di sola acqua deionizzata;

il secondo costituito da 200 mL di una soluzione acquosa di NaCl (concentrazione $0,01 \text{ mol/dm}^3$).

Si può verificare che, prendendo la temperatura iniziale di entrambi e ponendo i due becher contemporaneamente nel forno alla massima potenza, per circa 2 minuti sul piatto girevole, si registra un innalzamento di temperatura maggiore di qualche grado Celsius nella soluzione salina.



I ragazzi potranno poi scrivere o disegnare sul proprio quaderno l'interpretazione del comportamento dei due sistemi, riflettendo sui meccanismi della conduzione ionica e sui parametri che la influenzano.

ATTIVITA' AGGIUNTIVE

- Ricerca individuale o in gruppo sulla compatibilità dei materiali con il forno a microonde (metalli, vetro, ceramica, plastica, cartone...) e giustificazione della idoneità sulla base delle loro proprietà chimiche: questa parte del lavoro diventa uno strumento indiretto di indagine sulla struttura della materia.
- Ricerca di informazioni sulla pericolosità delle microonde e sulla sicurezza del forno e del cibo in esso cotto, riconoscendo che la questione è ancora aperta.
- Messa a punto di nuove esperienze che evidenzino la correlazione tra contenuto in acqua di un oggetto o alimento ed effetto delle microonde; in letteratura si trovano numerose esperienze, anche divertenti, come il riscaldamento di saponette solide e colorate nel forno, che progressivamente rigonfiano ed emettono profumo.
- Verifica della dispersione delle microonde all'esterno del forno, mediante dispositivi bluetooth del cellulare.



SITOGRAFIA/BIBLIOGRAFIA

- 1- *Sorprendenti microonde - Geo Scienza RAI TRE trasmissione del 14/02/2013 – puntata con esperimenti e spiegazioni divulgative interessanti :*
<http://www.rai.it/dl/RaiTV/programmi/media/ContentItem-bf31a7f2-9521-4a98-aa49-cb4d912246ab.html>
- 2- SPECIALE RAI – RADIO TRE :
<http://www.radio3.rai.it/dl/portaleRadio/media/ContentItem-47e6e477-ba1e-4a78-a032-b9c31f04860a.html>
- 3- D. Bressanini:
<http://bressanini-lescienze.blogautore.espresso.repubblica.it/2014/03/19/quel-microonde-impropriamente-chiamato-forno-1/>
- 4-Rai scuola e Microonde
<http://www.raiscuola.rai.it/articoli/le-microonde/21677/default.aspx>

- DIDATTICA:
<http://www.dm.unipi.it/~chiofalo/FIS/LezioneVI.pdf>
<http://docplayer.it/17021259-Didattica-della-fisica.html>
- - THE SCIENCE TEACHER (della società americana Insegnanti Scienze Naturali)
http://static.nsta.org/pdfs/pdlinks/tst9802_38.pdf
- Gavin Whittaker (March 2004) Microwave chemistry *School Science Review*, **85** (312)