

Integrazione tra i corsi trasversali di Spettroscopia di Risonanza Magnetica (NMR) e Chemiometria per il potenziamento curriculare in *Tecnologie Alimentari indirizzo Controllo*

Responsabile (cognome, nome, SSD e Dipartimento)

Comuzzi Clara CHIM07-Di4A; Susmel Sabina CHIM01 Di4A

Motivazioni e specifiche attività pregresse

Al fine di potenziare le competenze di un neo laureato *in Tecnologie Alimentari indirizzo Controllo* si ritiene cruciale, per potenziare il corso di NMR, integrarne i contenuti con una robusta trattazione statistica dei dati spettroscopici. In particolare si ritiene importante fornire agli studenti nozioni di una tecnica di analisi multivariata (i.e. analisi delle componenti principali-PCA) che permetta di interpretare i dati analitici ricavati dall'uso di tecniche strumentali spettroscopiche (NMR) applicate all'analisi di sistemi reali i.e. gli alimenti (sistemi multivariati).

La conoscenza delle tecniche spettroscopiche applicate all'analisi alimentare costituisce oggi uno skill imprescindibile per i neo-laureati ***del Corso di Laurea Magistrale in Tecnologie Alimentari indirizzo Controllo***. In particolar modo i nuovi metodi di analisi delle matrici alimentari basati sulla risonanza magnetica (NMR) si vanno sempre più affermando in Industria perché permettono di valutare i parametri di controllo in modo efficace, veloce e senza la necessità di pretrattare il campione. Per questi motivi si ritiene che formare neo-laureati con competenze avanzate nel campo dell'analisi alimentare per via NMR abbia ricadute positive in termini di attrattività occupazionale. L'insegnamento della teoria NMR di base va riformato e ampliato integrandone i contenuti con le più moderne metodiche sperimentali, messe a punto negli ultimi 10 anni, le quali hanno permesso alla spettroscopia di risonanza di diventare competitiva, rispetto alle metodiche tradizionali, nel campo dell'analisi dell'alimento. La complessità di un alimento, che si manifesta nel responso analitico spettrale caratterizzato da una elevata numerosità di segnali presenti in un singolo spettro NMR, indica che la trattazione statistica univariata rischia di sovra-semplificare l'interpretazione del dato. L'obiettivo dell'integrazione dei due corsi attraverso la somministrazione di specifici e selezionati contenuti è quello di ripensare la didattica dell'insegnamento della tecnica NMR e contestualizzare alcuni saperi dell'ambito chemiometrico. Lo scopo della analisi multivariata all'analisi dei dati NMR ha tre finalità: consentire la classificazione di un alimento in base all'origine (i.e. origine geografica o botanica) o alla modalità di trasformazione, studiare la relazione fra composizione e proprietà chimico-fisiche, costruire dei modelli predittivi e di quantificazione per l'identificazione di campioni incogniti o il controllo di processo.

Per favorire l'apprendimento si ritiene estremamente importante un coinvolgimento fattivo dello studente che diventa protagonista responsabile della propria formazione (*learning by doing*). I docenti svilupperanno specifici progetti sperimentali che consentono agli studenti, attraverso un approccio *hands on*, di acquisire spettri NMR, processarli, analizzarli e, applicando la tecnica PCA, ampliare le informazioni estratte dall'analisi del dato (*project-based learning*). Le competenze acquisite possono trovare applicazione in diversi settori quali per esempio il controllo di processo, il controllo di qualità, analisi di tipizzazione, analisi d'origine etc. L'attivazione di tirocini con realtà pubbliche (enti di controllo) o private (industrie alimentari/produttori/trasformatori di alimenti) raggiunge il duplice risultato di aumentare i servizi agli studenti e far conoscere all'esterno le molteplici sfaccettature formative offerte dal corso.

Specifiche attività pregresse e contesto di intervento

La spettroscopia di Risonanza Magnetica Nucleare (NMR) è ormai considerata una delle metodologie di

eccellenza nell'analisi degli alimenti. La Risonanza Magnetica infatti, essendo una tecnica non specifica per singole classi di composti, permette di avere in un unico esperimento informazioni qualitative e quantitative sui composti presenti nel campione. L'obiettivo del corso **Advanced Spectroscopic Techniques**, (4 CFU titolare dott.ssa Clara Comuzzi) nell'anno accademico 2017/18, è stato fornire agli studenti gli strumenti di conoscenza NMR necessari per poter affrontare un problema analitico reale in campo alimentare. Il corso è stato sviluppato in diverse fasi. Sono state innanzitutto fornite le informazioni fisiche e quantomeccaniche che costituiscono le basi teoriche dell'NMR per poi affrontare le tematiche legate all'interpretazione dei dati NMR. L'ultima parte del corso è stata incentrata sulle applicazioni dell'analisi NMR alle matrici alimentari. Problematiche quali determinazione per via NMR della composizione quantitativa di una matrice alimentare, valutazione della sua degradazione e della sua (eventuale) adulterazione sono state affrontate attraverso la trattazione di un case history (olio d'oliva). All'interno del corso sono state anche trattate le moderne metodiche sperimentali (sequenze di impulsi) che permettono di massimizzare l'informazione ricavabile dall'analisi NMR in termini di detezione dei componenti minori di una matrice alimentare. Nell'ambito del corso gli studenti hanno avuto modo di processare dati spettrali (acquisiti dal docente), analizzarli e ricavarne il dato analitico di interesse. Questa procedura si è rivelata un ottimo strumento attraverso il quale gli studenti hanno potuto mettere in pratica le nozioni teoriche trasferite dalla docente e valutare il loro grado di comprensione della materia. Al contempo la docente ha avuto modo di fare emergere gli argomenti da chiarire e/o approfondire. L'esperienza diretta di applicazione della tecnica è stato motore di grande interesse e motivazione degli studenti che ha messo in evidenza la necessità di potenziare i supporti alla didattica. Durante il corso è emersa come criticità la mancanza di basi statistiche funzionali alle indagini spettroscopiche e ormai ampiamente usate nelle applicazioni industriali.

Il corso di **Chemiometria** (attualmente 2 CFU portati a 3 CFU, titolare dr. Sabina Susmel) è attualmente offerto come corso opzionale per gli studenti del triennio del Corso di laurea in Scienze e Tecnologie Alimentari, cui prendono parte però anche studenti di altri corsi di laurea del ns Ateneo. La Chemiometria è una area della chimica analitica che utilizzando approcci statistico-matematici intende offrire degli strumenti oggettivi i) per progettare una sperimentazione (disegno sperimentale), ii) per rielaborare ed analizzare i dati sperimentali così da poter ricavare da essi il maggior numero di informazioni possibili, iii) per rappresentare gli stessi graficamente in modo corretto ed efficace, così da guadagnare conoscenza rispetto al sistema sotto indagine.

L'attuale struttura del corso prevede la lezione frontale ed inoltre chiama gli studenti a risolvere semplici problemi ricavati dalla pratica di laboratorio che hanno lo scopo di evidenziare come/dove nasca un buon dato analitico, di offrire nozioni per utilizzare programmi di calcolo semplici e generalmente diffusi nonché di chiarire come un dato analitico debba essere presentato dopo aver verificato la robustezza e trasferibilità dello stesso. Per rafforzare il messaggio dell'importanza sempre più diffusa della necessità di conoscere strumenti che consentano la corretta interpretazione ed il corretto uso dei dati analitici, si sono inoltre chiamati esperti a tenere conferenze che legassero conoscenze apparentemente astratte alla pratica lavorativa nel settore dell'industria alimentare e del controllo degli alimenti (i.e. importanza della qualità del dato analitico nei sistemi di controllo, nell'analisi del rischio, nella validazione di procedure analitiche destinate al controllo della qualità e/o della qualità igienico sanitaria di un alimento).

Negli anni i contenuti del corso sono stati progressivamente modificati, in quanto è emerso l'interesse degli studenti verso la contestualizzazione di strumenti statistici, anche semplici, rispetto all'analisi ed interpretazione del dato analitico necessario per sistemi di controllo e modellamento (i.e. controllo di qualità, modelli di calibrazione, procedure analitiche, modelli di classificazione etc.) ma anche di interesse per il controllo e il miglioramento della qualità (i.e. controllo ed ottimizzazione di processi produttivi e



prodotti) o il controllo di processo (i.e. ottimizzazione di impianti o di processo e controllo statistico di processo). E' emersa come ulteriore esigenza, la conoscenza di strumenti che permettano di analizzare i sistemi complessi come multivariati senza riportarli a sistemi semplici (univariati), offrendo agli studenti, che non hanno una specifica formazione statistico-matematica, degli strumenti accessibili a degli utilizzatori.

L'integrazione dei contenuti dei due corsi offre l'opportunità di calare uno strumento statistico complesso in una realtà operativa attinente all'area formativa degli studenti a cui ci si rivolge e contemporaneamente l'acquisizione dello strumento statistico modernizza la gestione e quindi le potenzialità d'uso del dato ricavato dalla strumentazione NMR.

L'obiettivo di innovazione didattica si concretizza nel generare nuove conoscenze e competenze che

permettano allo studente di affrontare un problema reale di partenza e di svilupparlo in ogni fase progettuale. Ovvero lo studente dovrà essere in grado di definire il problema di partenza, di impostare criticamente la progettazione sperimentale, di eseguire la sperimentazione, di ricavare e analizzare statisticamente il dato sperimentale. Inoltre l'implementazione dei contenuti risponde alla richiesta di trasversalità didattica, interdisciplinarietà e ampliamento della formazione culturale degli studenti dell'ateneo.

Strategie didattiche

La metodologia proposta intende, in una prima fase, sviluppare le conoscenze teoriche di spettroscopia e chemiometria nei singoli corsi. L'Innovazione didattica si concretizza nello sviluppare un *project based learning* in cui le informazioni ricevute nei due corsi si integrano attraverso la risoluzione di progetti di difficoltà calibrata. Le docenti sottopongono agli studenti una reale problematica di controllo alimentare fornendo alcuni elementi per risolvere il problema e seguendoli nel processo di elaborazione (*scaffolding*). Lo studente così è al centro del processo di apprendimento ed essendo affiancato dal docente durante la risoluzione del problema verifica e amplia le informazioni teoriche acquisite nelle lezioni frontali.

La strategia didattica (*hands on*) proposta è caratterizzata da un alto tasso di engagement e di partecipazione proattiva dello studente. Il risultato atteso è lo sviluppo di competenze individuali quali: autonomia nella gestione degli obiettivi, time management, pensiero critico, problem solving, decision making; comunicazione, collaborazione, competenze digitali (i.e. gestione informazioni, creazione di contenuti, comunicazione digitale).

Strumenti e metodi

Le fasi attraverso cui si svilupperà il progetto si avvarranno dei seguenti strumenti: consultazione di materiale bibliografico, attività di laboratorio di preparazione del campione e acquisizione di spettri NMR, processing degli spettri e analisi multivariata dei dati spettroscopici ricavati, stesura di una relazione finale di descrizione delle attività svolte seguendo l'impostazione di un tipico articolo scientifico.

Per fissare i contenuti teorici ci si avvarrà di relatori esterni esperti nel settore. Inoltre si organizzeranno visite informative a strutture in cui si utilizzano o si sviluppano (i.e. Bruker) gli strumenti oggetto del contenuto dei due corsi.

Strutture coinvolte

Poichè si tratta di integrare i contenuti di corsi, il coinvolgimento è a carico delle docenti e delle strutture di ricerca (laboratori della sezione di Chimica del Di4A) presso cui abitualmente esse operano.

Aspetti innovativi e Research questions

1. L'innovazione metodologica è rappresentata dalla integrazione dei contenuti dei corsi al fine di migliorare l'efficacia didattica ed elevare il livello dei saperi. A questo si aggiunge la possibilità di interagire con il territorio offrendo delle competenze multidisciplinari innovative.

2. Le tematiche trattate dai corsi integrati non fanno parte della attuale offerta formativa della didattica dei futuri tecnologi alimentari e quindi offre anche potenzialità di nuovi sbocchi professionali, declinando le conoscenze acquisite in diversi modi (controlli di origine, controlli di qualità, controlli di processo etc..).

3. Attivazione di tirocini formativi con realtà pubbliche o private per aumentare i servizi agli studenti e far conoscere all'esterno le sfaccettature formative offerte dal corso.

1. Qual è l'efficacia di una didattica integrata nella formazione degli studenti STAL?

2. Qual è l'efficacia dell'intervento didattico multidisciplinare proposto nell'ambito dell'avanzamento nelle strategie di controllo della qualità degli alimenti?

Fasi

Fase 1: attività didattica in modalità di lezione frontale per il trasferimento dei contenuti di base (2 CFU per Chemiometria e 3 CFU per Advanced Spectroscopic techniques)

Fase 2: messa in pratica dei saperi acquisiti e potenziamento delle conoscenze (1 CFU per Chemiometria e 1 CFU per Advanced Spectroscopic techniques)

Fase 3: valutazione i) dei contenuti e del metodo di lavoro acquisito dagli studenti, ii) del metodo di lavoro iii) delle criticità riscontrate ed iv) interventi eventuali di correzione dei contenuti erogati

Materiali messi a disposizione (pre-esistenti e prodotti)

I materiali didattici e la disponibilità delle aule non comporta richieste ulteriori nei confronti dell'università eccetto per l'uso dell'aula informatica. Il corso è innestato all'interno della normale programmazione didattica di STAL e le docenti coordineranno i contenuti e sincronizzeranno le attività.

Si prevede di utilizzare i laboratori e la strumentazione NMR disponibile presso la sezione di Chimica del Di4A.

Impegno orario straordinario del docente e degli studenti

Il progetto si integra all'interno della programmazione didattica canonica

L'impegno orario dei docenti è legato al normale svolgimento dei corsi, fatta salva l'esigenza di preparazione di materiale nuovo a supporto della didattica e la partecipazione ad eventuali corsi di formazione finalizzati. Il carico di lavoro per gli studenti non si modifica e rispecchia quanto stabilito dal CCS.



Criteria di valutazione (proposti) in termini di efficacia dell'apprendimento

La valutazione degli apprendimenti si baserà su colloquio orale (verifica conoscenze specifiche e di linguaggi specifici, di metodologia operativa e problem solving, capacità di sintesi) e sulla valutazione di una relazione scritta avente come contenuto la descrizione dell'attività di *problem solving* svolta durante i corsi integrati.

Il feedback positivo/negativo/correttivo all'integrazione dei contenuti dei corsi si ricava anche attraverso

l'attuazione di tirocini anche con realtà pubbliche (enti di controllo) o private (industrie alimentari/produttori/trasformatori di alimenti).

Costi programmati e relativa copertura

L'ottenimento di eventuali contributi servirà per

- aumentare ulteriormente i servizi agli studenti attraverso l'acquisizione di software *friendly-to use*- e di facile eventuale reperimento per il processing dei dati NMR e l'analisi multivariata.
- sostenere i costi di materiali di consumo per la sperimentazione.
- consentire la partecipazione delle docenti a eventi formativi sull'innovazione didattica e l'innovazione nella didattica delle materie scientifiche
- contribuire alle spese per la partecipazione degli studenti a corsi/eventi attinenti ai contenuti della domanda

Si stima che le spese possano oscillare da un minimo di 2000 euro ad un massimo di 5000 euro per una piena realizzazione del progetto, il quale potrà essere stabilizzato nella programmazione della attività didattica degli anni successivi con costi inferiori rispetto a quelli necessari per la piena attivazione.

Bibliografia

- Aurea Grané Agnieszka Jach *Mathematical and Statistical Methods in Food Science and Technology* (2014)
Massart, D.L., et al. (1997) *Data Handling in Science and Technology 20A: Handbook of Chemometrics and Qualimetrics Part A*
Beebe, K. R., Pell, R. J., and M. B. Seasholtz. (1998) *Chemometrics: A Practical Guide*.
Introduzione alla chemiometria di Roberto Todeschini (1998)
A.E. Derome *Modern NMR Techniques for Chemistry Research*(2013)
Apostolos Spyros, Photis Dai *NMR Spectroscopy in Food Analysis* (2012)