

# Il tema degli organismi geneticamente modificati (OGM) fra sapere sapiente e sapere da insegnare

Processo di trasposizione didattica di un insegnamento universitario  
di ambito agro-ambientale”

Stefano Bocchi • Università degli Studi di Milano  
Elisabetta Nigris • Università degli Studi di Milano-Bicocca  
Franco Passalacqua • Università degli Studi di Milano-Bicocca

## The study of GMO between scholarly knowledge and knowledge to be taught

An analysis of the didactic transposition process  
in a agro-ecological university course

273

Riflessione epistemologica e costruzione dei saperi

Numerosi studi, negli ultimi anni, hanno sottolineato la necessità di indagare la qualità della didattica universitaria e dei servizi di sostegno al percorso di formazione offerti agli studenti (Galliani, 2011; Felisatti & Serbati, 2014). Ciò è stato messo in ulteriore risalto dalla recente introduzione del sistema di valutazione universitario, che amplia il dibattito sui metodi di insegnamento (European Commission, 2013).

La presente ricerca, svolta nell'ambito del corso di Coltivazioni Erbacee, della laurea triennale di Produzione e Protezione delle piante, del Dipartimento di Scienze agrarie e ambientali dell'Università degli Studi di Milano, durante l'anno accademico 2015/2016, si è posta l'obiettivo di sperimentare e valutare strategie di miglioramento delle modalità di insegnamento accademico. Nello specifico, si sono osservati gli esiti nelle prime fasi del processo di trasposizione didattica (Chevallard, 1985) relativamente all'acquisizione di concetti complessi, di ambito interdisciplinare, che si caratterizzano come questioni "socialmente vive".

Si è scelto di seguire la sperimentazione con un interesse epistemologico di duplice matrice, disciplinare e didattico, secondo una doppia prospettiva di selezione del sapere sapiente e di trasformazione in sapere da insegnare, definita come esercizio della "vigilanza epistemologica" (Chevallard 1985; Develay, 1995; Astolfi, 2008). A tal fine, si è proposta e applicata una metodologia didattica di tipo immersivo (Nigris, 2016; Rossi, 2012), costruita sul modello della disputa filosofica (Niccoli, Cattani, 2006) e in continuità con le pratiche di simulazione incarnata (Rossi, 2012; Caracciolo, 2014). La metodologia di ricerca adottata, riferibile alla strategia del *descriptive case study* (Yin, 2006), ha valorizzato, seguendo Merriam (2002), sia l'utilizzo di strumenti diversificati di documentazione (interviste semi-strutturate, *focus-group*, questionari semi-strutturati), sia le diverse prospettive interpretative nella fase di analisi. La triangolazione dei metodi di raccolta dati (Janesick, 2000) e dei ricercatori (Knaff, Breitmayer, 1993) ha permesso l'individuazione e la duplice lettura – disciplinare e didattica – di alcune questioni rilevanti della fase iniziale della trasposizione didattica: l'influenza del dispositivo didattico (disputa e simulazione incarnata) nella strutturazione degli obiettivi di apprendimento, relativi all'acquisizione di concetti complessi; il raccordo con il concetto di 'questioni socialmente vive' (Legardez, Simonneaux, 2006).

**Parole chiave:** Trasposizione didattica; questioni socialmente vive; vigilanza epistemologica; Agroecologia; Approccio sistemico; Pensiero critico.

The need of investigating academic didactics has been highlighted by many studies (Galliani, 2011; Felisatti, Serbati, 2014). This has been further emphasized by the recent introduction of the academic evaluation system, that ignites the debate on teaching methods (European Commission, 2013).

The present research, conducted within the course of "Coltivazioni Erbacee" (degree in Management of cultivated plants and landscaping; Department of agricultural and environmental sciences, production, landscape, agroenergy at the University of Milan) during the academic year 2015/2016, has the purpose of testing and evaluating teaching methods' in an academic context. Specifically the researchers have observed the outcomes in the first phases of didactic transposition (Chevallard, 1985), in regard to the acquisition of inter-disciplinary complex concepts that are characterized as "socially acute questions".

The researchers have conducted the didactic experimentation with a double approach (disciplinary and didactic) towards the transformation of "scholarly knowledge" in "knowledge to be taught" (Chevallard 1985; Develay, 1995; Astolfi, 2008). For this purpose, we have applied an immersive didactic methodology (Nigris, 2016; Rossi, 2012), built on the model of philosophical dispute (Niccoli, Cattani, 2006) and embodied simulation (Rossi, 2012; Caracciolo, 2014).

The methodology chosen, referable to descriptive case study (Yin, 2006), has enhanced (according to Merriam 2002) both the use of different research methods (semi-structured interviews, focus-groups, semi-structured questionnaires) and interpretation perspectives during the analysis phases.

Triangulation of data (Janesick, 2000) and investigators (Knaff, Breitmayer, 1993) enabled the identification and the dual reading – disciplinary and didactic – of some critical questions of the didactic transposition's initial stage: the influence of the didactic device (philosophical dispute and embodied simulation) in the construction of the learning objectives; the connection with the concept of "socially acute questions" (Legardez, Simonneaux, 2006).

**Keywords:** Didactic transposition; Socially Acute Questions; Agroecology; Critical thinking; Systemic approach

# Il tema degli organismi geneticamente modificati (OGM) fra sapere sapiente e sapere da insegnare. Processo di trasposizione didattica di un insegnamento universitario di ambito agro-ambientale”

## 1. Quadro teorico-epistemologico

Nel mondo delle discipline agronomiche e affini, l'ampio “gap epistemologico” genera attualmente atteggiamenti molto diversificati sia negli ambiti della ricerca che della didattica. L'agronomia si basa su un complesso quadro di conoscenze di metodi, norme e principi messi a punto e applicati ai fini di una gestione sostenibile dell'*ager*. Quest'ultimo viene interpretato come sistema di riferimento (sistema colturale), a sua volta componente del sistema aziendale (azienda agricola), che a sua volta compone il sistema territoriale (sistema agrario). L'agronomia può assumere, quindi, un ampio significato, tanto che, dalle origini fino al diciannovesimo secolo – potremmo dire: da Columella a Ridolfi<sup>1</sup> – gli agronomi hanno integrato in un unico insegnamento tutta la dottrina e la pratica agricola.

Più recentemente, nei decenni successivi al dopoguerra, si è affermata una generale “tendenza a ridurre” e frammentare l'ambito dell'agronomia. A questa scienza è rimasto il compito di “studiare le relazioni funzionali tra l'intervento dell'uomo sui fattori di produzione e la produzione delle piante agrarie” (Giardini, 2012; Cavazza, 1970), ma con un fine ristretto – la produzione – e, molto spesso, focalizzando l'attenzione su un singolo elemento: la pianta coltivata.

Gran parte degli agronomi sono stati coinvolti, come tanti altri disciplinari, nel flusso prevalente di stampo positivista che studia la natura concentrando prevalentemente lo sguardo sulle singole parti, sulle componenti, non sulle connessioni. Il metodo viene definito ‘riduzionismo’ perché riconduce i fenomeni biologici alla struttura più semplice sottostante (pianta, organo, cellula, gene), la sola ritenuta capace di fornire la più efficace chiave interpretativa.

La conoscenza frammentata ha portato così alla moltiplicazione di saperi specializzati, capaci di scendere verticalmente lungo le scale gerarchiche dei sistemi fino alla dimensione micro, all’“unità fondamentale” al fine di descriverne i meccanismi, interpretare e gestire i processi, compresi quelli collocati su ben altre scale di complessità (problematica relativa a *downscaling* e *upscaling*).

La cosiddetta rivoluzione verde (*green revolution*) è stata progettata e diffusa, a partire dal secondo dopoguerra, su questi presupposti e imperniata sostanzialmente sull'innovazione genetica di prodotto (miglioramento della singola varietà coltivata), diffusa e trasferita con tecniche *top down* (dall'alto in basso: dal ricercatore all'agricoltore e, in parallelo, da docente a discente) con trasferimento tecnologico basato su modello lineare *causa-effetto* (nuova varietà = maggiore produttività; Cochrane, 1993; Perkins, 1997). Con ciò si diffondono, e spesso si fa-

1 Columella: agronomo latino del I secolo; viene considerato uno dei principali riferimenti dell'età classica per la struttura della conoscenza agronomica da lui proposta e mantenuta da numerosi autori per diversi secoli; Cosimo Ridolfi: agronomo toscano del XIX secolo che, pur partendo da una impostazione agronomica classica, ha proposto importanti strategie di innovazione dell'azienda agraria.



voriscono, atteggiamenti di estrema fiducia nel metodo scientifico, certezza del risultato, esaltazione della tecnologia; si propaga rapidamente, e investe le aziende agricole, un sistema che porta alla cosiddetta “convergenza tecnologica” (*one size fits all*) (Bocchi, 2015; Ingegnoli, 2015). La *green revolution* ha determinato sul sistema agro-alimentare importanti modifiche: un globale aumento delle produzioni cerealicole, una riduzione dell’agro-biodiversità, una settorializzazione dell’agricoltura, una frammentazione delle filiere produttive con aumento degli scarti, crescenti impatti ambientali, forte insicurezza alimentare nelle aree più deboli del pianeta (FAO, 2013; Bocchi, 2015; Gliessman, 2015).

Mentre gli effetti positivi della rivoluzione verde sono stati comunicati con efficacia fin dalle prime fasi, quelli negativi sono stati inizialmente sottovalutati. Solo con gli anni ‘80 è iniziata una generale riflessione da parte di alcuni settori della società civile e scientifica che ora ritengono necessario un cambiamento paradigmatico rispetto a quello proposto dalla *green revolution*. Ciò per raggiungere contemporaneamente il doppio obiettivo di riduzione dell’insicurezza alimentare e di aumento della sostenibilità ambientale, socio-economica, tecnologica, istituzionale delle produzioni agro-alimentari (Altieri, 1992; Gliessman, 2015).

All’approccio riduzionista si contrappone, oggi, quello sistemico (Von Bertalanffy, 1968; Prigogine, 1980; Morin, 1993; Odum, 1989). Il primo considera l’azienda agricola al pari di una industria (agricoltura industrializzata), il secondo la percepisce come sistema iper-complesso biologico, in via di co-evoluzione con il territorio circostante, con il quale dialoga. Quest’ultimo approccio presuppone: a) di assumere il pensiero critico come atteggiamento mentale (la certezza, come propulsore dell’indagine, viene sostituita dal dubbio; non si propone un solo modello, ma un confronto tra modelli (Rovelli, 2011); b) di superare l’indagine disciplinare per assumere le prospettive dell’interdisciplinarietà e transdisciplinarietà; c) di superare lo schema socio-economico dei settori per adottare quello della inter-settorialità; d) di riuscire a distinguere i tre livelli di innovazione – di prodotto, di processo, di sistema – per rendere chiare le strategie di ricerca e trasparenti le modalità didattiche.

Il quadro ora sinteticamente descritto in termini generali, crea una condizione del tutto particolare nell’ambito della didattica delle discipline agronomiche e rende necessario riflettere su una serie di interrogativi: come avvicinare e rendere partecipi gli studenti di tale conflitto rispetto ai paradigmi scientifici? In che modo la riflessione su tali paradigmi può contribuire a promuovere sensibilità, responsabilità, scelte diversificate nello studio dell’agronomia come nella futura professione? Quali strumenti culturali e quali dispositivi didattici adottare?

L’occasione di cogliere tale sfida è stata fornita dalla chiara richiesta da parte degli studenti di affrontare l’argomento degli OGM (Organismi Geneticamente Modificati).<sup>2</sup> Ogni anno i ragazzi propongono di approfondire alcuni temi che, in quel periodo, costituiscono i temi caldi, “temi controversi” di cui parlano i mass media su cui vorrebbero poter intervenire in modo competente ed efficace. Invece, proprio perché vengono considerati “temi caldi”, spesso non sono trattati nei manuali o nelle lezioni. Oppure vengono affrontati in aula in modo classico aggiungendo una lezione frontale alle altre o consigliando la lettura di un sin-

2 Gli studenti che hanno partecipato al corso di “Coltivazioni Erbacee”, negli anni accademici precedenti a quello in cui è stata realizzata la presente ricerca, hanno manifestato l’esigenza di approfondire questioni socialmente vive e di partecipare maggiormente al dibattito in aula.



golo libro, riducendone così la complessità e presentandoli in maniera asettica, senza mettere in evidenza gli aspetti socio-economici, ecologici, valoriali in cui essi si inquadrano o gli interessi particolari a cui sono legati.

Alcuni studi francesi nell'ambito della didattica delle discipline (Legardez & Simonneaux, 2006), condotti proprio relativamente alla questione dello sviluppo sostenibile (*development durable*), ritengono che la scelta di temi caldi (questioni socialmente utili) possa invece motivare in modo particolare gli studenti, coinvolgendoli maggiormente nel processo di insegnamento/apprendimento, inducendoli ad un atteggiamento attivo e critico (Legardez & Simonneaux, 2006). Per promuovere un pensiero critico rispetto a questioni cruciali e controverse, però, è necessario appunto presentare documentazioni, dati e fonti che siano in grado di offrire agli studenti un quadro sufficientemente pluralistico e sfaccettato, capace di illustrare le diverse prospettive da cui il problema può essere analizzato.

Attraverso il contenuto proposto e le modalità adottate, il docente costruisce, consapevolmente o meno, un rapporto fra l'allievo e la disciplina, un'immagine della disciplina, una situazione di successo o di insuccesso che influenza le concezioni personali dell'allievo su di sé e sulla materia studiata, costituisce un processo di motivazione allo studio. Tutto ciò influenza le scelte future dell'allievo, la sua maturazione personale e sociale (Giovannoni, 1999) e determina il sentimento di autoefficacia in esso implicato (D'Amore & Pinilla, 2007).

Secondo Shulman (1987) le modalità con cui l'insegnante intende la propria disciplina, la maniera in cui la propone agli studenti e cerca di appassionarli o, viceversa, li obbliga a studiare passivamente, dipendono dalle norme, dagli assunti ideologici, filosofici e valoriali del docente stesso.

Ciò si inquadra nel più ampio ambito di studi sulla trasposizione didattica, quel processo in base al quale vengono selezionati i contenuti disciplinari da insegnare e organizzati didatticamente allo scopo di dar loro una 'forma' scolastica, insegnabile e accessibile agli allievi (Chevallard, 1985). Quel processo, attraverso il quale, come afferma Martini (2005), i docenti si pongono il problema di quali contenuti e concetti si vuole che gli studenti imparino in un certo ambito del sapere: nel momento in cui li si insegna, ma anche il mese successivo e magari nella loro vita professionale (Martini, 2005). È importante, quindi, che un docente si interroghi su: i) la rappresentazione che ha di quel particolare ambito del sapere e, più nello specifico, cosa si sa di quella disciplina e come si è sviluppata la conoscenza; ii) da dove vengono le spiegazioni che intende proporre e quali sono le fonti di riferimento; iii) come e cosa decide di insegnare, in che modo lo presenta e rappresenta i contenuti proposti. In questo senso, la riflessione relativa all'agronomia, alla gestione delle coltivazioni e al tema degli OGM sopra illustrata, ha costituito un buon punto di partenza per la costruzione di un processo di trasposizione didattica esterna.

## 2. Oggetto e obiettivo della ricerca

Numerosi studi hanno recentemente sottolineato la necessità di indagare la qualità della didattica universitaria e dei servizi di sostegno al percorso di formazione offerti agli studenti (Galliani, 2011; Felisatti, Serbati, 2014). Ciò è stato messo in ulteriore risalto dalla recente introduzione del sistema di valutazione universitario che amplia il dibattito sui metodi di insegnamento (*European Commission*, 2013).



Come in parte già accennato, uno dei problemi di base, relativo alla qualità della didattica, è quello di conferire significatività ai saperi insegnati e renderla esplicita agli occhi degli allievi, che dovrebbero scoprire il senso e capire cosa costituisca l'aspetto formativo di un dato sapere disciplinare per poter costruire con efficacia il proprio. Inoltre, sempre più ricercatori e docenti universitari sentono la necessità di innovare la didattica d'aula per rispondere alle cambiate modalità e stili con cui i giovani si aprono alla conoscenza del mondo e costruiscono i loro apprendimenti nelle diverse discipline (Nigris, 2016).

L'inefficacia delle metodologie didattiche rispetto agli obiettivi di apprendimento trova esemplificazione nelle difficoltà, proprie degli studenti, a sviluppare conoscenze concettuali complesse e ad elaborare un piano conoscitivo critico e capace di comprendere lo scarto tra i paradigmi scientifici in uso: quello riduzionista per un verso, quello sistemico per un altro, come osservato nel paragrafo precedente in relazione alla questione degli Organismi Geneticamente Modificati.

La presente ricerca nasce, dunque, da un'interrogazione relativa al miglioramento dell'efficacia delle pratiche didattiche di ambito universitario. È stata anche stimolata dalla constatazione che l'insegnamento "si colloca in termini valoriali ad un livello secondario [rispetto all'attività di ricerca] e non trova in termini di riconoscimento effettivo un peso equivalente all'investimento che viene richiesto al docente" (Quinlan, 2002; Felisatti, Serbati, 2014). L'opportuna, se non necessaria, rivalutazione dell'insegnamento dovrà però passare attraverso una riformulazione delle strategie di miglioramento della didattica universitaria, legate ad una progettazione e analisi congiunta di studiosi disciplinaristi assieme a studiosi di ambito didattico.

La sperimentazione didattica è stata sviluppata all'interno del corso di Coltivazioni Erbacee durante il secondo semestre dell'anno accademico 2015/2016. Gli studenti frequentanti erano 20. 13 di questi hanno partecipato alla sperimentazione. Gli studenti non avevano partecipato a corsi con metodologie didattiche aperte e non guidate, ma, essendo l'insegnamento di Coltivazioni Erbacee al secondo anno di corso di laurea, possedevano conoscenze lessicali e metodologiche generali rispetto all'ambito disciplinare. Il corso di Coltivazioni Erbacee è stato selezionato poiché ritenuto particolarmente adeguato per esaminare le pratiche di trasposizione didattica e perché rende particolarmente rilevante l'utilizzo della metodologia dell'*analyse plurielle* o ricerca co-disciplinare. In particolare, è opportuno riportare le affermazioni del docente del corso di "Coltivazioni erbacee" relativamente alla prima intervista condotta: "La lezione frontale, adottata come forma didattica principale, non consente di stabilire una dialettica docente/studente continua, intensa, crescente e crea spesso una condizione in cui il docente può avere la percezione che gli studenti siano stati messi nella condizione di acquisire informazioni e conoscenze inerenti i contenuti della disciplina. La lezione condotta con slide e software per la gestione di immagini, figure, grafici segue ritmi e modalità non sempre adatti alle esigenze degli studenti. Tali modalità possono in parte essere adeguate per la presentazione di concetti di base, più semplici, immediati, ma successivamente, quando la complessità raggiunge livelli elevati, e soprattutto quando è necessario affrontare la comprensione e la valutazione di scelte tattiche (del breve periodo) o strategiche (di medio o lungo periodo) relative alla gestione dei sistemi colturali, allora le forme didattiche devono favorire un processo conoscitivo di tipo dialettico e promuovere confronti di diversa natura (docente/studente, studente/studente, studente/studenti). Tali metodologie didattiche, che includono un incremento progressivo dello studio individuale e del lavoro di gruppo, consentono l'attivazione di una pluralità di momenti di confronto e di livelli di inte-



razione (studente/studente; studente/docente)”.

La domanda formativa formulata dagli studenti dei corsi degli anni precedenti, ha indotto il docente ad avviare una sperimentazione didattica monitorata, finalizzata a verificare i risultati rispetto alle tre seguenti aree del processo di insegnamento/apprendimento:

- partecipazione e contributi degli studenti nell’ambito processo formativo (rilevata attraverso un focus group iniziale, la video-registrazione delle attività didattiche in aula; un questionario finale);
- percezione degli studenti rispetto all’innovazione didattica introdotta attraverso la scelta della metodologia didattica della simulazione del processo legale (rilevata attraverso un focus group iniziale e un questionario finale);
- cambiamento di postura culturale ed epistemologica e processo di costruzione della conoscenza rispetto ai temi trattati; passaggio da una postura di tipo prevalentemente ideologico ad un pensiero critico (rilevata attraverso un focus group iniziale, la video-registrazione delle attività didattiche in aula; un questionario finale).



Più specificamente, si è voluto condurre l’analisi di caso a partire da uno sguardo epistemologico di duplice matrice, quella del sapere disciplinare coinvolto (sapere agronomico/culturale) e quella della ricerca didattica, mettendo a fuoco la scelta dei contenuti disciplinari da proporre nel corso (“sapere sapiente”) e la loro trasformazione in “sapere da insegnare”, attraverso l’esercizio della “vigilanza epistemologica” (Chevallard, 1985; Develay, 1995; Astolfi, 2008). Si è posta, in particolare, l’attenzione sul passaggio dal “sapere da insegnare” al “sapere insegnato”, discutendo e individuando i dispositivi e le metodologie più idonee e coerenti con gli obiettivi individuati. A tal fine, appare adeguata la metodologia didattica di tipo immersivo (Nigris, 2016; Rossi, 2012), costruita sul modello della disputa filosofica (Nicolli, Cattani, 2006) e in continuità con le pratiche di simulazione incarnata (Rossi, 2012; Caracciolo, 2014).<sup>3</sup>

La triangolazione dei metodi di raccolta dati (Janesick, 2000) e il dialogo dei ricercatori (Knafl, Breitmayer, 1993) è volta all’individuazione, a duplice lettura – disciplinare e didattica – di alcune questioni rilevanti della fase iniziale della trasposizione didattica: l’influenza del dispositivo didattico (disputa e simulazione incarnata) nella strutturazione degli obiettivi di apprendimento relativi all’acquisizione di concetti complessi; il raccordo con il concetto di ‘questioni socialmente vive’ (Legardez, Simonneaux, 2006).

In base alle premesse sin qui delineate, la sperimentazione didattica progettata ha avuto quindi un duplice obiettivo: a) fare vivere agli studenti un’esperienza formativa che li coinvolgesse sia individualmente sia all’interno di gruppi di lavoro (omogenei ed eterogenei), nell’affrontare una problematica agronomica definibile come complessa – il tema degli OGM – per gli aspetti di ordine tecnico, scientifico, culturali, valoriali; b) condurre quella che viene definita *analyse*

3 La simulazione incarnata, seguendo Caracciolo (2014), Gallese (2005), Gallese, Sinigaglia (2011), è definita nei termini di un’esperienza cognitiva e corporea caratterizzata da un’attivazione percettiva e senso-motoria del soggetto, finalizzata alla comprensione delle altrui azioni e intenzioni e resa possibile dagli effetti generati dall’interazione dialogica di una serie di strategie narrative con i vissuti e l’immaginario culturale di colui che partecipa a tale esperienza e con il contesto allestito per la sua realizzazione.

*plurielle* (Vinatier, Altet, 2008) o ricerca co-disciplinare (Magnoler, 2012) per analizzare e valutare un caso studio di trasposizione didattica condotto in ambito agro-alimentare.

### 3. Metodologia e strumenti della ricerca

I tratti ora evidenziati hanno condotto a orientare il lavoro ad un approccio di ricerca di tipo esplorativo, seguendo i termini elaborati da Lumbelli (1984). La scelta dello studio di caso come strategia di ricerca è stata compiuta con il proposito di rispondere tanto a funzioni esplorative quanto descrittive (*descriptive case study*; Merriam, 2002), basando tale opzione sull'assunto che il processo di insegnamento-apprendimento universitario è definito come un fenomeno la cui complessità, per essere indagata in maniera sistematica e rigorosa, necessita di uno sguardo descrittivo multi-disciplinare. In questa prospettiva l'adozione del *descriptive case study* risponde all'esigenza di condurre la ricerca su "unità reali complesse" (Mortari, 2007, p. 204), richiede l'utilizzo di strumenti che favoriscano la triangolazione di dati (Yin, 1999, p. 13) raccolti da angolature differenti e, in analogia con la metodologia dell'*analyse plurielle*, vincola il lavoro di analisi dei dati a sguardi disciplinari diversi, che "permettono di costruire, posta la loro complementarietà, un'analisi meta-disciplinare" volta a creare una "cultura comune" (Altet, 2002, p. 88).

Il gruppo di ricerca è stato costituito da un docente di ambito agronomico, un docente di ambito didattico e un ricercatore di ambito didattico che ha svolto il ruolo di raccolta dei dati, di conduzione delle interviste ai docenti e di monitoraggio della pratica didattica. In coerenza con la specificità del *descriptive case study* che prescrive l'utilizzo di strumenti diversificati di raccolta dati, provenienti dai diversi soggetti coinvolti (Merriam, 2002, 31), gli strumenti utilizzati per la documentazione della pratica didattica e la raccolta dei dati sono stati: interviste semi-strutturate, *focus group*, questionari, video-registrazione.

Gli strumenti di indagine, studio e istruttoria inizialmente messi a disposizione degli studenti erano limitati alle fonti di carattere prettamente scientifico (riviste di settore, articoli reperiti su Scopus, Isi; banche dati scientifiche; siti di centri di ricerca accreditati) escludendo quindi fonti di carattere divulgativo (riviste di opinione, articoli di giornale, siti non riconosciuti).

Dal punto di vista della trasposizione didattica interna (Perrenoud, 1998), ossia della progettazione di forme didattiche idonee e coerenti con gli obiettivi prefissati, il docente del corso ha ritenuto che l'utilizzo della metodologia della simulazione incarnata e del lavoro di gruppo, potessero costituire gli strumenti più efficaci a perseguire gli scopi formativi delineati. Più specificamente, il percorso formativo progettato è stato così ideato: simulazione di un processo legale in tribunale, organizzando il gruppo di studenti in tre sotto-gruppi di lavoro<sup>4</sup>: 1) gruppo che ha assunto il ruolo della difesa, 2) gruppo che ha assunto ruolo dell'accusa, e 3) gruppo che ha costituito la corte. L'assegnazione ai gruppi è avvenuta per sorteggio.<sup>5</sup>

4 Si ringrazia l'avvocato Claudia Shammah per la collaborazione e la lezione tenuta sui temi, contenuti e modalità di un processo legale sulla base della moderna giurisprudenza e delle norme vigenti

5 La struttura del processo legale, con la relativa simulazione, è stata adottata perché permette



Il lavoro condotto è stato strutturato in tre macro-fasi, dettagliate nello schema successivo.

STRUTTURA DELLO STUDIO DI CASO		
Fase 1	Interviste semi-strutturate al docente disciplinarista e al docente di didattica per dettagliare l'oggetto di indagine e considerarne la rilevanza.	Febbraio 2016
	Condivisione delle tecniche di raccolta dati della pratica didattica: <i>focus group</i> (considerazione della percezione rispetto ai nuclei concettuali selezionati); video-registrazione in aula della simulazione del processo; questionario finale (considerazione della percezione degli studenti rispetto al processo conoscitivo messo in atto e all'azione delle metodologie didattiche).	Marzo 2016
	Analisi delle interviste e avvio del processo di trasposizione didattica: - Trasposizione didattica esterna: individuazione dei nuclei concettuali del 'sapere da insegnare' (Organismi Geneticamente Modificati). - Trasposizione didattica interna: scelta delle metodologie didattiche da sperimentare in coerenza con gli obiettivi della ricerca (simulazione di un processo giuridico in cui agli studenti, divisi in 3 gruppi: accusa, difesa, corte).	Aprile – Maggio 2016
Fase 2	Realizzazione dell'azione didattica: lavoro autonomo dei tre gruppi di studenti in vista della messa in scena della simulazione del processo (30 giugno 2016 presso il Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali). Fasi: individuazione dei capi di accusa, raccolta e analisi delle fonti, elaborazione di argomenti a favore o contro a tali capi; elaborazione di una sintesi, valutazione delle argomentazioni in relazione ai capi di accusa e ai riferimenti concettuali trovati in letteratura, costruzione di un giudizio finale. <sup>1</sup>	Giugno 2016
Fase 3	Sistematizzazione e analisi dei dati: intervista al docente disciplinarista; intervista al docente di didattica; colloquio tra i tre soggetti	Luglio – Settembre 2016
	Discussione fra docenti e stesura del lavoro finale	Gennaio 2017



di: 1) mettere a fuoco/definire un atto di imputazione, gli argomenti di difesa del presunto responsabile, gli argomenti di accusa, le ragioni di una sintesi (giudizio finale); 2) passare da un livello di descrizione analitica dei fatti a quello di comprensione a quello di valutazione sintetica; 3) lavorare individualmente (raccolta delle fonti; attendibilità delle fonti), per gruppo omogeneo (elaborazione delle fonti), per gruppo eterogeneo (dibattimento in aula accusa vs difesa), per gruppo superiore alle parti (corte suprema); 4) lavorare anche assumendo una parte (difesa o accusa) diversa da quella propria (decentramento, punto di vista, dialettica, dubbio, contrasto di interessi); 5) analizzare i fatti, il contesto, le cause, le concause, i presupposti, le dinamiche semplici e complesse (dal semplice al complesso); 6) raggiungere, in tempi ristretti, una cosiddetta "verità processuale" che lascia quasi sempre ampi margini di dubbio e, quindi, di revisione del giudizio (limitatezza delle informazioni/ conoscenze/ percezioni; cambio concettuale).

- 6 È possibile individuare un'ulteriore specificazione delle fasi di lavoro degli studenti: a) Passaggio da un livello di descrizione analitica e di comprensione dei contenuti relativi agli OGM ad un livello di selezione, confronto e valutazione; b) Lavoro individuale (selezione delle fonti e dei dati; valutazione attendibilità delle fonti); lavoro in gruppo omogeneo (individuazione dei contenuti rilevanti e costruzione degli argomenti), lavoro in gruppo eterogeneo (simulazione processo in aula con confronto accusa vs difesa); lavoro in gruppo eterogeneo e superiore alle parti (elaborazione giudizio da parte del gruppo della corte); c) Assunzione di una prospettiva conoscitiva specifica (difesa, accusa, corte), che promuove decentramento rispetto alle rappresentazioni personali, facilita la considerazione di elementi dubitativi, favorisce il riconoscimento di contrasti tra gli interessi delle parti, promuove; d) Passaggio dalla considerazione di livelli conoscitivi semplici a livelli complessi: analisi dei contenuti in relazione ai diversi contesti di studio e applicazione; analisi dei fattori causali e delle relazioni tra di essi; considerazione dei presupposti da un punto di vista sincronico e diacronico; considerazione di questioni proprie di diversi ambiti disciplinari; e) Raggiungimento, in tempi limitati, di una cosiddetta "verità processuale", aperta ad ampi margini di dubbio e, quindi, ad una eventuale revisione del giudizio (finitzza delle informazioni, conoscenze, percezioni; cambio concettuale); f) Elaborazione di uno sguardo conoscitivo articolato in grado di elaborare confronto tra l'approccio riduzionista e quello sistemico nello studio degli OGM.

## 4. Sistema di categorie e processo di analisi dei dati

Le 8 categorie individuate per l'analisi tematica dei dati di ricerca (focus group iniziale agli studenti, trascrizione verbale della simulazione del processo; questionario finale agli studenti) sono state elaborate, in coerenza con gli obiettivi del presente lavoro, in relazione alla tradizione di studi riguardante il pensiero critico (*critical thinking*) e il pensiero sistemico (*systems thinking*). Più nello specifico, le 5 categorie riferite al pensiero critico (1. Selezione delle fonti; 2. Dal concetto statico al concetto dinamico di conoscere; 3. Posizionamento del problema; 4. Meta-cognizione; 5. Struttura argomentativa.) trovano corrispondenza nei lavori di Facione (1990) e Ennis (2011) e nelle rispettive categorizzazioni elaborate per l'analisi e valutazione di tale processo conoscitivo<sup>7</sup>; parallelamente, le 3 categorie riferite al pensiero sistemico (6. Inter-disciplinarietà; 7. Struttura sistemica; 8. Simulazione del sistema) sono elaborate in continuità con le categorizzazioni proposte da Hopper e Stave (2008) e Plate e Monroe (2014)<sup>8</sup>. L'analisi tematica condotta tramite lo schema categoriale è stata strutturata in 5 passaggi principali (elaborazione delle categorie a partire dalle ipotesi teoriche; lettura e categorizzazione dei testi; analisi delle categorie all'interno di ciascuna tipologia di dato; confronto tra le categorie delle tre tipologie di dati).



## 5. Analisi dei risultati

Dall'analisi tematica della trascrizione dei testi del focus group e del questionario finale e dei dialoghi della simulazione del processo è possibile elaborare delle considerazioni finali riguardanti il rapporto di coerenza tra la metodologia didattica adottata e gli obiettivi di apprendimento esplicitati nei paragrafi precedenti. Nelle prossime pagine si presenteranno gli aspetti emersi con maggiore frequenza dall'analisi condotta con le 8 categorie selezionate.

### **Categoria 1: Selezione delle fonti<sup>9</sup>**

Gli aspetti relativi alla categoria 'selezione delle fonti' che ritornano con maggiore frequenza nelle tre tipologie di dati si riferiscono principalmente a due questioni: a) al riconoscimento dell'attendibilità e dell'autorevolezza dei documenti su cui gli studenti hanno lavorato (rilevato da 8 studenti su 13); b) alla capacità degli studenti di individuare diverse prospettive interpretative rispetto alle informazioni selezionate (7 studenti su 13). Trasversalmente a tali questioni, gli studenti (6 su 13) attribuiscono un particolare valore all'autonomia con cui hanno condotto tale processo di selezione delle informazioni, mettendo anche in evidenza gli elementi di difficoltà riscontrati (come, ad esempio, è osservabile

7 Facione (1990) articola il concetto di 'pensiero critico' in 6 competenze chiave, individuate a partire da criteri riferiti a specifici processi cognitivi; Ennis (2011) elabora, invece, 4 macro aree di messa in atto del pensiero critico, ulteriormente strutturate in 17 criteri definiti a partire dalle abilità cognitive cui fanno riferimento.

8 L'elaborazione di Plate e Monroe (2014) è caratterizzata da una forte continuità con la proposta di Hopper e Stave (2008). Vi sono tuttavia alcune differenziazioni che verranno evidenziate di seguito rispetto all'analisi delle diverse categorie riguardanti il pensiero sistemico.

9 Tale categoria è riferibile al quinto e sesto criterio con cui Ennis (2011) caratterizza il concetto di 'pensiero critico'. In particolare rispetto al quinto criterio Ennis mette in evidenza il giudizio in merito all'attendibilità del sapere (*judge the credibility of a source*), mentre con il sesto criterio fa riferimento all'osservazione e valutazione delle fonti a disposizione (*observe, and judge observation reports*).

nel caso di uno studente che nel questionario dichiara che *“tale strategia automatica di lavoro richiede uno sforzo e una lunga preparazione, poiché è necessario ricercare il materiale da soli, confrontarsi con il proprio gruppo e, infine, inscenare un dibattito con un verdetto”*).

In relazione al primo aspetto si sottolinea che già nella fase di selezione preliminare delle fonti, monitorata nel focus group, è individuato un principio di attendibilità. Nella simulazione del processo, invece, il principio di attendibilità è utilizzato per dare supporto argomentativo agli interventi dei diversi gruppi, come avviene. Infine, dall'analisi delle risposte al questionario finale è possibile individuare una relazione tra l'attendibilità delle fonti e la loro significatività nel processo di comprensione dei concetti, così come nella possibilità di mettere in relazione i concetti con la vita reale (De Vecchi, Carmona-Magnaldi, 1996).

In relazione al secondo aspetto risultante dall'analisi della categoria – la capacità di collegare le fonti con una specifica prospettiva interpretativa – si rileva che già nella fase iniziale del lavoro è presente un riconoscimento del valore del punto di vista dei diversi soggetti in gioco nel sistema agro-alimentare. Nella simulazione del processo tale fattore viene ulteriormente sviluppato e, in questa sede, risulta proficuo metterlo in relazione a due elementi: in primo luogo, al collegamento fra le fonti e la loro appartenenza disciplinare, come è esemplificato dall'affermazione di uno studente che simula la difesa: *“una pubblicazione datata 1960 del professor Rognoni della cattedra di zootecnia di Milano, riguardante l'evoluzione zootecnica ed economica dal titolo “In lotta contro la fame”, è un saggio che affronta proprio il problema della sottoalimentazione su scala mondiale sia da un punto di vista quantitativo sia qualitativo”*; e da uno studente che simula l'accusa quando sostiene: *“Il mio testo di riferimento è la raccolta dei diritti fondamentali del cittadino dell'Unione Europea”*; secondariamente, in relazione alla considerazione dei fattori che influenzano gli interessi di ricerca nello studio degli OGM. Uno studente del gruppo dell'accusa, a questo proposito, sottolinea il ruolo delle aziende multinazionali produttrici di brevetti OGM nel condizionare la ricerca scientifica: *“C'è anche molta disinformazione: circolano solamente studi scientifici degli scienziati della Monsanto, invece quelli fatti da altri enti vengono nascosti”*.

In sintesi, si può ritenere che gli aspetti messi a fuoco dall'analisi della categoria 'selezione delle fonti' – la considerazione approfondita dei contesti disciplinari delle fonti selezionate, la relativa esplicitazione dei legami con il sapere agronomico e la tematizzazione del contesto di produzione del sapere attraverso l'esplicitazione di punti di vista diversificati (multinazionali produttrici di brevetti OGM, opinione pubblica) – siano correlati alla scelta di far svolgere in autonomia la fase di ricerca delle fonti, senza la mediazione dei materiali didattici proposti direttamente dal docente (slide e riferimenti bibliografici), in coerenza, dunque, con l'obiettivo di promuovere la costruzione di un legame personale e di senso con il sapere (Chevalard, 1985; Martinand, 1986; De Vecchi, Carmona-Magnaldi, 1996).

### **Categoria 2: Dal concetto statico al concetto dinamico di conoscere<sup>10</sup>**

Gli aspetti presenti con maggiore ricorrenza nelle tre tipologie di dati riguardano l'esplicitazione di livelli iniziali di consapevolezza rispetto al grado di provvisorietà del sapere – quello della scienza e quello proprio degli studenti –

10 La presente categoria è elaborata in relazione al criterio tre (*evaluation*) di Facione (1990) e, in particolare, al terzo aspetto caratterizzante tale abilità: *to assess the acceptability, the level of confidence to place in the probability or truth of any given representation of an experience, situation, judgment, belief or opinion*. Inoltre tale categoria è posta in continuità con il criterio sedici (*be aware of, and check the quality of, their own thinking-meta-cognition*) di Ennis (2013).

relativo alle questioni controverse legate al tema degli OGM. Tale elemento mostra una crescente significatività nelle diverse tipologie di dati raccolti: se, infatti, nel focus group iniziale è evidenziato da un solo studente (su 13), più numerose sono le posizioni presenti nella simulazione del processo (5 studenti su 13), con una prevalenza da parte del gruppo della corte (3 studenti su 13). Nell'elaborazione della sentenza finale, gli studenti di questo gruppo esplicitano, infatti, la necessità di un supplemento di indagini affermando di non essere in possesso di informazioni sufficienti per elaborare un giudizio definitivo. Nel questionario finale tale rappresentazione della conoscenza relativa agli OGM come processo aperto e non definitivo è presente con ancora maggiore frequenza (9 studenti su 13) e può essere ulteriormente specificato attraverso la relazione con tre elementi: a) il riconoscimento della necessità di un maggiore approfondimento degli argomenti studiati (*“Rimango convinto ci sia necessità di approfondire ulteriormente gli studi e le ricerche riguardanti l'argomento”*); b) la descrizione del cambiamento avvenuto rispetto alla propria comprensione concettuale (*“Poiché la mia opinione riguardo gli OGM è cambiata notevolmente, ma non radicalmente; per arrivare ad avere un'idea chiara dovrei documentarmi ancora”*); c) la considerazione di una pluralità di soluzioni rispetto ai problemi che gli OGM pongono (*“Ho capito che esistono diversi aspetti del problema e, spesso, non c'è una sola risposta”*).

Per concludere, le considerazioni espresse nel questionario consentono ora di definire i due fattori principali nell'influenzare il processo di progressiva considerazione aperta e non definitiva del sapere. Si osservi, a questo proposito, la valutazione fornita da uno studente nel questionario finale rispetto alla relazione tra complessità del sapere ed elaborazione di una sentenza definitiva nella simulazione del processo: *Inoltre, se l'argomento è particolarmente complesso e delicato - come gli OGM - è improbabile che si abbia un verdetto finale che dia pienamente ragione all'una o all'altra parte (ciò non significa, comunque, che non si possano trarre conclusioni valide, ma la questione resta aperta!)*. In primo luogo si sottolinea il ruolo della scelta di mettere in atto una situazione di “spiazzamento cognitivo” iniziale (Poza, Gomez Crespo, 1998) dello studente di fronte all'enorme massa di dati e informazioni a disposizione; secondariamente, la scelta di mettere in confronto posizioni concettuali opposte, attraverso l'azione della metodologia della simulazione del processo, così da favorire una rielaborazione del sapere (mediante la ridefinizione degli argomenti e della struttura argomentativa preparata) durante la stessa messa in scena del processo.

### **Categoria 3: Posizionamento del problema<sup>11</sup>**

Tale categoria è presente unicamente in 2 delle 3 tipologie di dati. Infatti, non è rintracciabile nel focus group e presenta una maggiore frequenza nella

11 La categoria del posizionamento del problema è elaborata in continuità con il primo criterio (*interpretation*) elaborato da Facione (1990) nella definizione del concetto di pensiero critico e con il primo (*focus on a question*) e terzo criterio (*ask and answer clarification questions*) di Ennis (2013). In entrambi i casi i criteri individuati si riferiscono ai livelli iniziati delle abilità che caratterizzano, per i due studiosi, il pensiero critico: per Ennis appartengono infatti al primo (*basic clarification*) dei quattro livelli elaborati nella definizione di pensiero critico; per Facione al primo di sei livelli. Infine occorre sottolineare, in relazione al primo criterio di Ennis, che tale categoria opera un riferimento specifico a due aspetti individuati dallo studioso per definire l'abilità di *focus on a question*: identificare e formulare un problema (*identify or formulate a question*); identificare o formulare dei criteri per valutare possibili risposte al problema (*identify or formulate criteria for judging possible answers*). Rispetto alla categoria di Facione invece il riferimento è all'abilità di chiarificazione del significato (*clarifying meaning*).



simulazione del processo (8 ricorrenze su 13 studenti) rispetto al questionario finale (7 ricorrenze su 13 studenti). Nella simulazione del processo la questione del “posizionamento del problema” è messa in connessione con la definizione dell’oggetto di indagine – gli OGM – e con l’inquadramento del campo disciplinare all’interno del quale affrontare il dibattito. Rispetto al primo elemento, è da osservare come il confronto dialogico promosso dalla simulazione del processo favorisca una crescente necessità definitoria, come si può osservare nel seguente scambio discorsivo: Gruppo difesa: *Quindi esci fuori dalla definizione di OGM? Gruppo accusa: (...) Noi non stiamo accusando la tecnica, ma l’organismo che ne deriva, un organismo sul quale è possibile effettuare una variazione. Gruppo difesa: Però non è un OGM. Gruppo Accusa: Lo è dal punto di vista scientifico. Gruppo Difesa: Allora scientificamente mio figlio è geneticamente diverso da me*) e costringa il gruppo dell’accusa a chiarire più volte i confini concettuali dell’oggetto facendo riferimento alle normative vigenti in materia: *“L’oggetto dell’accusa saranno gli organismi geneticamente modificati a cui fa riferimento l’articolo 2 della direttiva europea, comprendendo altresì tutti gli organismi ottenuti tramite le tecniche elencate nell’allegato 1A”*.

Riguardo al secondo fattore, si sottolinea che, tanto il gruppo dell’accusa, quanto il gruppo della difesa, propongono di affrontare i capi di imputazione in una cornice disciplinare più ampia di quella agronomica: il gruppo dell’accusa stabilendo una forte connessione con l’ambito giuridico e con i relativi documenti legislativi: *“Un organismo geneticamente modificato, legalmente parlando, tratta di un organismo”*; il gruppo della difesa intersecando piani disciplinari differenti. Si sottolinea, inoltre, che anche il gruppo della corte riprende l’inquadramento giuridico fornito dall’accusa nell’introdurre la sentenza.

Nel questionario conclusivo la categoria dell’“posizionamento del problema” è presente in relazione alla difficoltà riscontrata dagli studenti nell’affrontare una questione conoscitiva ritenuta complessa e che rifiuta di essere circoscritta dentro ambiti disciplinari predefiniti, come afferma uno studente nel sostenere che *“il limite [dell’attività] sia stata la vastità delle discipline toccate dall’argomento, quindi consiglieri al docente, di scegliere l’argomento e valutare personalmente dei validi paletti da porre, così che tutti possano colpire l’obiettivo”*).

In sintesi, si può sostenere che la partecipazione degli studenti alla costruzione di un processo legale dovendo confrontare posizioni e paradigmi differenti, definire il capo di imputazione senza che fosse determinato in precedenza e elaborare argomentazioni per ciascuna posizione, sia il capo di accusa, sia le ragioni della difesa, ha indotto gli studenti a: utilizzare un approccio più aperto e dinamico alla definizione dell’oggetto di studio; considerare in maniera più sfaccettata i differenti ambiti disciplinari implicati nell’analisi; e, infine, come conseguenza dei due precedenti elementi, a delineare un quadro più complesso del problema in esame.

#### **Categoria 4: Meta-cognizione<sup>12</sup>**

Tale categoria è presente unicamente in 2 delle 3 tipologie di dati (non è riscontrata nella simulazione del processo). In entrambe le analisi sono stati utilizzati due indicatori per esaminare con un maggiore grado di dettaglio i dati a disposizione: a) il riconoscimento delle caratteristiche della metodologia didattica

12 La categoria meta-cognizione è elaborata in continuità con il sesto criterio (*self-regulation*) di Facione (1990) e con il criterio sedici (*be aware of, and check the quality of, their own thinking - meta-cognition*) di Ennis (2013).

utilizzata e degli effetti di apprendimento favoriti; b) il riconoscimento del cambiamento concettuale rispetto alla conoscenza sugli OGM.

In riferimento al primo dei due indicatori, gli aspetti presenti con maggiore frequenza relativamente alla metodologia didattica utilizzata sono 3: la spinta a considerare la questione oggetto di apprendimento secondo una prospettiva pragmatica volta a valutare i punti di forza e i punti di debolezza (6 studenti su 13); il riconoscimento del lavoro individuale come momento cruciale di costruzione della conoscenza (5 studenti su 13), sia rispetto ad una funzione di stimolo conoscitivo esercitata sugli studenti (*“La possibilità di ricercare da sé le informazioni su un argomento credo sia la chiave vincente che fa appassionare”*), sia in relazione all’individuazione della veridicità delle informazioni e del sapere (*“Ritengo inoltre che sia stata particolarmente utile la ricerca individuale e diretta su materiale scientifico entrando così in contatto con esperienze di ricerca reali”*); il riconoscimento del valore formativo dei processi di immedesimazione e, in senso più ampio, dell’assunzione di punti di vista diversificati nell’approccio all’oggetto di studio (5 studenti su 13), come si osserva nelle diverse affermazioni degli studenti questionario finale (*“Mettendomi nei panni di chi la pensa diversamente da me e ascoltando quello che gli oppositori ribattevano, ho capito che esistono diversi aspetti del problema e, spesso, non c’è una sola risposta”*).

Rispetto al secondo indicatore – il riconoscimento del cambiamento concettuale rispetto alla conoscenza sugli OGM – è utile confrontare gli aspetti che emergono nel *focus group* con quelli del questionario finale. Nel primo caso (3 studenti su 13) gli studenti si soffermano ad esplicitare lo stato di partenza della conoscenza personale sull’argomento, come osserva uno studente del gruppo della difesa: *“abbiamo cercato di capire [...] sempre da un punto di vista documentato e scientifico, non sui pregiudizi che spesso la gente può avere”*; mentre nel questionario (9 studenti su 13) gli studenti riflettono sulla modalità di cambiamento della loro conoscenza sull’argomento, ora caratterizzata dall’elaborazione di un giudizio opposto a quello precedente (*“ho anche avuto modo di rivalutare la mia posizione, senza cambiarla del tutto ma prendendo in considerazione nuovi aspetti del problema”*), ora invece articolata in una visione più ampia e sfaccettata della questione (*“Penso di aver acquisito, grazie a questa esperienza, gli strumenti per esprimere un mio parere riguardo a questa problematica sia da un punto di vista agronomico, ambientale e biologico che da un punto di vista economico, politico e legale”*).

Infine, è necessario osservare relativamente agli aspetti di meta-cognizione presenti nel questionario due elementi che consentono di comprendere ulteriormente la percezione degli studenti rispetto agli effetti di apprendimento della metodologia didattica adottata. Da un lato emerge con una certa frequenza (4 studenti su 13) il fatto che tale metodologia ha messo in atto delle situazioni di apprendimento sfidanti per le capacità e la motivazione degli studenti (*“non è stato come ascoltare la classica lezione pre impostata, dove lo studente non è partecipe attivamente, bensì di una interattiva che ha richiesto un impegno non indifferente e non facile da parte nostra”*) e che, per tale ragione, possono essere ricondotte ad alcune caratteristiche del compito autentico (Wiggins, 1992; Glatthorn, 1999); dall’altro si evidenzia una modifica nel giudizio degli studenti, dal *focus group* iniziale al questionario finale, sulla replicabilità della metodologia della simulazione del processo giudiziario.

In conclusione, è possibile affermare che l’assenza di elementi riferibili alla riflessione meta-cognitiva durante la simulazione del processo e la parallela presenza nei momenti riflessivi nel questionario e nel *focus group*, può essere considerato un fattore di coerenza con la specificità di tale metodologia didattica immersiva (Rossi, 2012; Rivoltella, 2014) volta a promuovere, piuttosto, processi di riflessione in azione (*reflection in action*; Van Manen, 1990). Al contrario, la pre-



senza di processi riflessivi rispetto all'azione svolta (*reflection on action*; Van Manen, 1990) è favorito dal confronto nel gruppo sul percorso condotto (nel focus group) e da specifiche domande poste agli studenti (nel questionario). Come la letteratura suggerisce (Kuhn, 2000; Albanese, 2003), quest'ultimo aspetto considerato mette in evidenza l'utilità di una maggiore considerazione di tali strategie di promozione dell'attività meta-cognitiva nella progettazione didattica, ossia nel lavoro in aula con il docente finalizzato a favorire negli studenti la ricostruzione del loro percorso di apprendimento e l'analisi dei processi, ostacoli e risorse messi in atto. Al momento è possibile osservare che, in linea con alcune recenti ricerche (Rivoltella, 2014), la metodologia didattica di tipo immersivo del processo basato sull'esperienza della simulazione incarnata agevola una successiva attività meta-cognitiva dei processi conoscitivi attivati.

### **Categoria 5: Struttura argomentativa<sup>13</sup>**

La categoria "struttura dell'argomentazione" è presente unicamente nei dati della simulazione del processo ed è declinata in 5 aspetti principali: a) l'utilizzo, già osservato nella categoria precedente, di argomentazioni che considerano pragmaticamente i costi e i benefici dell'impiego degli OGM (5 studenti su 13); b) il riferimento a principi argomentativi appartenenti a dimensioni superiori del sistema concettuale degli OGM (presente in 4 studenti su 13); c) l'utilizzo di dati ed esempi specifici in supporto delle tesi presentate (presente in 4 studenti su 13); d) la presentazione di punti di vista di figure differenti che svolgono funzioni diverse nell'ambito del sistema agro-alimentare (presente in 4 studenti su 13); e) la presentazione di soluzioni alternative rispetto ai fattori problematici posti dall'utilizzo degli OGM (presente in 3 studenti su 13).

In conclusione si può affermare che le strategie argomentative più frequenti sono coerenti con le caratteristiche di definizione del pensiero critico elaborate nella letteratura (Facione, 1990; Ennis, 2013) e, in particolare, la presenza di due di queste – la considerazione costi/benefici; l'utilizzo di punti di vista diversificati nell'esaminare i fattori problematici – sono maggiormente attribuibili all'azione delle metodologie didattiche della simulazione del processo: la prima è favorita dall'impianto argomentativo della metodologia e dunque dal lavoro di costruzione di argomenti da parte degli studenti finalizzato ad un confronto con una controparte; la seconda dal carattere simulativo dell'esperienza didattica che promuove la ricerca di strategie retoriche volte a favorire processi di immedesimazione. L'aspetto relativo alla presentazione di soluzioni alternative e quello riguardante il riferimento a principi appartenenti a dimensioni superiori del sistema sono, inoltre, riferibili anche ai criteri di individuazione del pensiero sistemico (Hopper, Stave, 2008; Plate, Monroe, 2014).

13 Tale categoria è elaborata a partire da riferimenti plurimi ai criteri di Ennis (2013) e Facione (1990). Nel caso di Facione il riferimento è al criterio due di definizione del concetto di 'pensiero critico' (*analysis*) e alle abilità di identificare e analizzare gli argomenti (*identifying and analyzing argument*); al criterio tre (*evaluation*) e alle abilità di valutazione di affermazione (*assessing claims*) e valutazione di argomenti (*assessing arguments*); al criterio 5 (*explanation*), relativamente alle abilità di giustificazione delle procedure argomentative e conoscitive utilizzate (*justifying procedures*) e alla presentazione di argomentazioni e contro-argomentazione in relazione alle obiezioni ricevute. In relazione all'elaborazione fornita da Ennis, si è fatto riferimento ai criteri otto (*deduce, and judge deduction*), nove (*make and judge inductive inferences and arguments*), appartenenti al terzo dei quattro livelli (*inference*), e ai criteri dodici (*handle equivocation appropriately*), tredici (*attribute and judge unstated assumptions*), quattordici (*think suppositionally*); e quindici (*employ, recognize, and appropriately react to fallacy labels* in discussion and presentation) relativi al quarto livello (*advanced clarification*).



### **Categoria 6: Interdisciplinarietà<sup>14</sup>**

La categoria dell'interdisciplinarietà, presente in due delle tre tipologie di dati (non è presente nel focus group) consente di osservare le relazioni attivate dagli studenti tra diversi ambiti di sapere, come abbiamo già rilevato nella categoria "posizionamento del problema". Nella simulazione del processo tre sono gli aspetti che emergono con frequenza: a) l'utilizzo di aspetti interdisciplinari nella formulazione degli argomenti (presente in 5 studenti su 13), come è esemplificato dall'affermazione di uno studente dell'accusa che considera fattori di ordine economico nell'elaborazione del proprio giudizio sull'utilizzo di sementi OGM: "*mi discosterò un po' dal discorso e affronterò una questione economica*"; b) il posizionamento e la contestualizzazione del problema da parte dell'accusa (presente in 4 studenti su 13), particolarmente evidente nelle parole di uno studente dell'accusa: *un organismo geneticamente modificato, legalmente parlando, tratta di un organismo - quindi una qualsiasi entità biologica - capace di riprodursi o trasferire un modello genetico che abbia subito modificazioni genetiche ottenute mediante almeno un tipo delle tecniche elencate nell'allegato*"; c) la presenza di aspetti disciplinari di ambito diverso da quello agronomico nei principi argomentativi da cui si fa discendere il giudizio sugli OGM (presente in 4 studenti su 13).

L'analisi dei risultati relativi ai tre aspetti caratterizzanti l'interdisciplinarietà, categoria cruciale nella definizione dell'approccio sistemico rispetto alla conoscenza sugli OGM e agli obiettivi di apprendimento delineati nei paragrafi precedenti, consente di evidenziare il ruolo giocato, da un lato, dalla scelta di favorire un incontro autonomo tra gli studenti e le fonti del sapere e, dall'altro, dalla struttura dialogica della simulazione del processo nel favorire la considerazione, nei 3 gruppi di lavoro, di questioni conoscitive che trascendono i limiti disciplinari del sapere. Da questo punto di vista è possibile sottolineare che le scelte didattiche compiute hanno permesso di superare quel limite, individuato da Chevillard (1985) e prima ancora da Verret (1976) con il termine di 'desincronizzazione del sapere', che vincola il sapere da insegnare ad ambiti disciplinari rigidamente separati.

### **Categoria 7: Struttura sistemica<sup>15</sup>**

La categoria relativa alla struttura sistemica del sapere è presente in tutte e tre le tipologie di dati ed è caratterizzata da tre aspetti principali. Il primo aspetto riguarda la considerazione della gerarchizzazione del sapere o, in altri termini, dell'individuazione di dimensioni conoscitive che presentano un rapporto di subordinazione rispetto ad altre (presente in 7 studenti su 13). Un esempio significativo di tale aspetto è osservabile nell'affermazione di uno studente del gruppo dell'accusa che attribuisce al principio della libertà di scelta dei consumatori e

14 Tale categoria fa riferimento alla definizione del concetto di 'pensiero sistemico' elaborata da Morin, (1993) e Odum (1989) e alla caratteristica di superamento dei confini epistemologici disciplinari e alla conseguente assunzione di prospettive conoscitive interdisciplinari e transdisciplinari.

15 La presente categoria si riferisce alla caratteristica definita da Plate e Monroe (2014) '*understanding systems at different scales*' e a quella '*recognizing interconnections*' di Hopper e Stave (2008). Plate e Monroe divergono da Steve e Hopper nel porre maggiore attenzione, non solo alla capacità di identificare relazioni tra i diversi fattori, livelli e dimensioni del sistema, ma soprattutto a quella di comprendere "the system's behavior in a broad scale and then to zoom back in to understand the details", in analogia con quanto affermato nei paragrafi iniziale relativamente al down-scaling e up-scaling nello studio delle discipline scientifiche.



dei coltivatori un valore gerarchico maggiore rispetto alla libertà di investimento delle aziende nel campo degli OGM: “quindi il messaggio che vorrei lasciare è che è un rischio investire tutte quelle risorse in questa tecnologia che abbiamo visto può portare i suoi vantaggi, ma può sicuramente minacciare quella che è la libertà. La cosa più importante, la libertà di scelta dei consumatori e degli agricoltori sia che scelgano di coltivare OGM, sia che decidano di non intraprendere questa strada”); il secondo aspetto riguarda l’esplicitazione di una prospettiva scalare nella conoscenza degli OGM e l’individuazione di relazioni tra i livelli del sapere considerato (presente in 6 studenti su 13), come si evince dalle parole di uno studente della difesa che valuta l’effetto dell’utilizzo di sementi OGM in relazione a diversi livelli di conseguenze agronomiche: “Più io immetto nell’impianto agronomico, più io inquinò (carburante del trattore, si spandono molecole più o meno tossiche nell’ambiente). Quindi il fatto di aprire alla parte genetica serve un po’ per ridurre tutto questo inquinamento. Il fatto di migliorare le tecniche agronomiche ci sta, però comporta più passaggi, più inquinamento, più costo”); il terzo aspetto riguarda la considerazione complessiva della struttura sistemica dell’oggetto di indagine (presente in 5 studenti su 13); a questo proposito è interessante riportare le parole di uno studente dell’accusa che, nel valutare l’impatto dell’utilizzo di sementi OGM rispetto alla produttività di una data coltura, osserva l’azione complessiva dei diversi fattori in gioco: “come sosteneva la difesa, sul primo capo d’accusa, quella non è la soluzione che può avviare al problema, perché c’è questo 55% che viene trascurato spesso, quindi per quanto possa essere utile e per quanto noi non escludiamo a priori quella tecnologia, stiamo dicendo che il prodotto e il suo utilizzo non sono quello che riteniamo. Poi questo prodotto non è per se stesso, ma fa parte di un sistema. Ha una sua gestione, suoi meccanismi”.

In sintesi, ci sembra di poter affermare che la metodologia didattica della simulazione del processo legale e, in particolare l’organizzazione argomentativa del sapere, presenta elementi che possono facilitare l’elaborazione degli aspetti conoscitivi ora osservati: prospettiva scalare nella definizione dell’oggetto di indagine; visione complessiva della struttura sistemica; gerarchizzazione delle dimensioni del sistema.

### **Categoria 8: Simulazione del modello<sup>16</sup>**

Tale categoria è rilevabile unicamente nella simulazione del processo. In continuità con i criteri di definizione del pensiero sistemico (Hopper, Stave 2008; Plate, Monroe 2014) dall’analisi dei dati emergono due aspetti principali: a) la capacità degli studenti di formulare ipotesi per simulare scenari possibili all’interno dei quali poter valutare conseguenze altrimenti non osservabili (6 studenti su 13); b) la considerazione di soluzioni alternative rispetto a quelli in uso relativamente alle pratiche di utilizzo degli OGM (4 studenti su 13).

In relazione al primo aspetto è opportuno osservare le differenti tipologie di configurazioni ipotetiche elaborate dagli studenti nelle argomentazioni fornite durante la simulazione del processo legale: uno studente del gruppo dell’accusa

16 Tale categoria è definita in continuità con la caratteristica del pensiero sistemico nominata da Hopper e Stave (2008) e da Plate e Monroe (2014) con il termine *creating simulation models*. Entrambi gli studi, pur con significative differenze (Hopper and Stave individuando una relazione di analogia con processi di ‘analisi’ e ‘valutazione’ della tassonomia più aggiornata di Bloom, Plate e Monroe differenziando 4 livelli di apprendimento rispetto a tale caratteristica), fanno riferimento con tale categoria alla capacità di elaborare delle interpretazioni del fenomeno in maniera predittiva attraverso la previsione di variazioni nelle relazioni dei fattori in opera. Il livello di apprendimento più avanzato per Plate e Monroe (2014) corrisponde alla capacità di utilizzare il modello elaborato “to test hypotheses and glean insights about the behavior of the system”.

individua uno scenario ipotetico in cui valutare le possibili conseguenze dell'utilizzo di sementi OGM rispetto ad uno specifico soggetto del sistema agronomico (*“Se tu fossi un agricoltore in un paese in via di sviluppo, se tra i due devo scegliere se darti un OGM oppure darti un’istruzione su come gestire il tuo terreno in modo coerente preferirei darti un’istruzione su come gestire gli strumenti del lavoro, perché da solo l’OGM non fa miracoli, quindi il genotipo della pianta non può permetterti subito produzioni alle stelle, anche perché poi il terreno deperirebbe e saremmo daccapo”*); un secondo studente dell'accusa considera le conseguenze indirette che subirebbe un coltivatore rifiutando l'utilizzo di sementi OGM (*“Io vorrei che si pensasse anche alle conseguenze di una coltivazione OGM sui campi di un agricoltore che liberamente ha scelto di non coltivarli. Il rischio qual è? Semplicemente che questi campi non OGM diventino loro stessi zona rifugio, quindi zona di libero sfogo per tutti quei patogeni ai quali le piante OGM sono resistenti”*); uno studente della difesa, al contrario, argomenta in favore dell'utilizzo di sementi OGM attraverso la presentazione di un possibile scenario futuro in cui l'utilizzo di tecnologie di alterazione genetica artificiale garantirebbe dei vantaggi evidenti (*“ma se nel futuro dovesse arrivare un patogeno e c'è una varietà nella banca del seme che è resistente a quel patogeno, possiamo fare tranquillamente incroci, trattamenti e andare a correggere le varietà coltivate, anche se queste varietà sono solo conservate nelle banche del seme”*).

Il secondo aspetto riguarda l'elaborazione da parte del gruppo della difesa di soluzioni ipotetiche con il proposito di rendere visibile i vantaggi, o gli svantaggi, nel caso dell'accusa, dell'uso di sementi OGM: uno studente della difesa afferma a questo proposito che *“se noi facciamo dei settori limitati da dove non può uscire il gene e andare a colpire la pianta selvatica, allora forse quello è un metodo per evitare una diffusione genetica”*, mentre un secondo studente sostiene che *“è possibile che nazioni diano finanziamenti per creare OGM free, senza brevetto”* con il proposito di neutralizzare l'argomento dell'accusa della necessità di rendere pubblici i brevetti relativi a oggetti di utilità collettiva.

In conclusione, è possibile sostenere che la struttura argomentativa della costruzione del sapere, favorita dalla metodologia della simulazione del processo, ha consentito l'elaborazione di strategie argomentative coerenti con alcuni tratti del pensiero sistemico, in particolare quelli correlati alla capacità di valutare gli effetti del sistema all'interno di scenari non attualizzati. Tale aspetto è definito dai diversi studi cui si è fatto riferimento nella caratterizzazione della presente categoria (Hirsh 2006; Hopper, Stave, 2008) nei termini di una capacità complessa (*proficient level*, Plate, Monroe, 2014) che consente di simulare i cambiamenti nelle relazioni tra le variabili di un dato sistema attraverso la creazione di modelli e la successiva simulazione in uno scenario alternativo a quello attuale.

## 6. Conclusioni

Con l'esperienza didattica condotta nell'ambito del corso universitario descritto, si intendeva verificare l'efficacia di uno specifico dispositivo didattico – la simulazione di un processo legale – per affrontare tematiche scientifiche estremamente complesse e, al tempo stesso, attuali, diffusamente dibattute e controverse, al fine di promuovere lo sviluppo di un quadro più completo di conoscenze, necessario per sviluppare consapevolezza e criticità rispetto a quei nuclei concettuali definiti con il termine di *‘questioni socialmente vive’*.

Considerando i risultati della ricerca a partire dalla prospettiva della teoria della trasposizione didattica, è possibile affermare che la scelta del dispositivo didattico della simulazione del processo legale ha consentito di superare alcuni



fattori di criticità propri della trasformazione del “sapere sapiente” in “sapere da insegnare” e rendere l’esperienza di apprendimento significativa (De Vecchi, Carmona-Magnaldi, 1996). In primo luogo, e rispetto all’artificialità del sapere, definita da Chevallard (1985) in riferimento alla separazione del sapere da insegnare dagli individui e dal contesto che hanno contribuito a produrlo, è possibile affermare che tanto la scelta di attribuire autonomia agli studenti nella fase della selezione delle fonti, quanto il ruolo della simulazione nel favorire processi immersivi degli studenti, ha favorito quella ricostruzione delle pratiche sociali di riferimento (Martinand, 1986) che conferiscono significato all’atto conoscitivo, collocando l’oggetto di apprendimento nella rete di fattori pragmatici (interessi economici, dinamiche politiche, fattori socio-culturali) che lo definiscono fuori dal contesto di apprendimento (Damiano, 2013). Secondariamente, e in relazione alla desincretizzazione del sapere (Chevallard 1985), termine che evidenzia la rigida strutturazione all’interno di campi disciplinari del sapere da insegnare, è possibile individuare nel lavoro autonomo di selezione delle fonti e nella costruzione di argomentazioni complesse, i fattori che maggiormente hanno contribuito ad una elaborazione iniziale di uno sguardo interdisciplinare rispetto alla conoscenza degli OGM. Inoltre, quanto emerso dall’analisi dei materiali di ricerca ha confermato come la metodologia didattica più diffusa nelle aule universitarie – che mette lo studente in posizione passiva di fronte alla presentazione di dati/informazione/conoscenze attuata dal docente verbalmente o riconducibile ai libri di testo, alle *slide*, alle cosiddette dispense – non favorisca lo studente nel porsi criticamente di fronte a dati, teorie, e principi ricevuti in modo precettivo. Come risulta dai questionari e *focus group*, queste fonti sono ritenute anche dagli studenti limitate, statiche, in grado di riflettere solo parzialmente la complessità degli argomenti.

Il dispositivo didattico utilizzato, invece, ha favorito gli studenti nell’assunzione di una postura di ricerca personale che ne ha fortemente stimolato l’interesse; ha permesso il confronto e il dibattito fra pari, incrementando la capacità di analizzare criticamente le fonti consultate, di mettere in dubbio criticamente le posizioni precedenti e di attivare il desiderio di ulteriori approfondimenti. Il contraddittorio, insito nella formula del processo legale, invita e induce a porsi dei dubbi, ad argomentare e dimostrare la propria posizione, a prendere atto della finitezza di ogni conoscenza, di ogni fonte e di ogni posizione: la ricerca delle informazioni necessarie alla simulazione incarnata del proprio ruolo nel processo predispone alla ricerca di fonti dinamiche, accreditate, e complesse (es. banche dati scientifiche), mostrando i limiti di fonti più divulgative, ideologiche o troppo connotate rispetto ad uno specifico modello scientifico.

Tale dispositivo didattico sembra proporre, anche a disciplinisti abituati ad un modello frontale, un nuovo *frame* di insegnamento/apprendimento, come risulta dall’intervista finale allo studioso di ambito agronomico. Egli afferma, a questo proposito, che il docente universitario sarà chiamato “a dedicare maggiore attenzione alle modalità di insegnamento, a dedicare più tempo non tanto e non solo per ‘preparare la lezione’, proponendo una determinata teoria, quanto a aiutare gli studenti a sviluppare un atteggiamento aperto e indagatore rispetto alla vastità e alla diversità delle conoscenze disponibili, che li induca a interrogarsi sui dilemmi che la questione in causa porta con sé. La conoscenza e l’“esposizione dei contenuti non è sufficiente a comprendere un fenomeno complesso”. Da questo punto di vista, il confronto con lo studioso di ambito didattico ha contribuito a superare l’idea di “laboratorio” come un “luogo con specifiche attrezzature”; lo studioso disciplinista propone, infatti, nell’intervista finale, di oltrepassare la

concezione della “didattica attiva come una possibilità da offrire solo nei workshop o nelle esercitazioni e dunque in attività non sovrapponibili all’insegnamento universitario in termini di crediti e di compiti istituzionale”. Si introduce così l’idea, ulteriormente dettagliata dallo studioso di didattica, della “didattica laboratoriale come un diverso approccio all’insegnamento dei contenuti scientifici, integrabile nella didattica d’aula, capace di promuovere la partecipazione e la mobilitazione delle risorse autonome e critiche dello studente”.

## Riferimenti bibliografici

- Altieri M. A. (1991). Por qué estudiar la agricultura tradicional? *Agroecología y Desarrollo*, 1, pp. 16-24.
- Astolfi J. P. (2008). *La saveur des savoirs: disciplines et plaisir d'apprendre*. Paris: ESF.
- Bocchi S. (2015). *Zolle, storie di tuberi, graminacee e terre coltivate*. Milano: Raffaello Cortina.
- Bocchi S., Maggi M. (2014). Agroecologia, sistemi agroalimentari locali sostenibili, nuovi equilibri città campagna. *Scienze del territorio*, 2, pp. 95-100.
- Breitmayer J., Ayres L., Knafelz K. A. (1993). Triangulation in Qualitative Research: Evaluation of Completeness and Confirmation Purposes. *Journal of Nursing Scholarship*, 25 (3), pp. 237-243.
- Caracciolo M. (2014). *The experientiality of narrative. An Enactivist Approach*. Berlin and New York: De Gruyter Mouton.
- Cavazza, L. (1970). L’agronomia è scienza. In L. Giardini (Ed.) *L’agronomia per conservare il futuro* (pp. 25-26). Bologna: Pàtron.
- Chevallard Y. (1985). *La transposition didactique. Du savoir enseignant au savoir enseigné*. Grenoble: La Pensée Sauvage.
- Cochrane W. (1993). *The development of american agriculture. A historical analysis*. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Damiano E. (2013). *La Mediazione Didattica. Per una teoria dell’insegnamento*. Milano: Franco Angeli.
- D’Amore B., M. I. Fandiño Pinilla (2007). *Le didattiche disciplinari*. Trento: Erickson.
- De Vecchi G., Carmona-Magnaldi N. (1996). *Faire construire des savoirs*. Paris: Hachette.
- Develay M. (1995). *Savoirs scolaires et didactiques des disciplines. Une Encyclopédie pour aujourd’hui*. Paris: ESF.
- Ennis R. (2011). Critical Thinking: Reflection and Perspective Part I. *Inquiry: Critical Thinking Across the Disciplines*, 26 (1), pp. 4-18.
- Ennis R. (2013). Critical Thinking Across the Curriculum: The Wisdom CTAC Program. *Inquiry: Critical Thinking Across the Disciplines*, 28 (2), pp. 25-45.
- European Commission (2013). *High Level Group on the Modernisation of Higher Education. Report to the European Commission on Improving the quality of teaching and learning in Europe’s higher education institutions*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- FAO. [www.fao.org](http://www.fao.org). SOFA, 2012, 2013, 2014.
- Facione P. (1990). *Critical Thinking: A Statement of Expert Consensus for Purposes of Educational Assessment and Instruction*. Millbrae: The California Academic Press.
- Felisatti E., Serbati A., (2014). Professionalità docente e innovazione didattica. Una proposta dell’Università di Padova per lo sviluppo professionale dei docenti universitari. *Formazione e Insegnamento*, 12 (1), pp. 137-153.
- Gallese V. (2005). Embodied simulation: from neurons to phenomenal experience. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 1, pp. 23-48.
- Gallese V., Sinigaglia C. (2011). What is so special about embodied simulation? *Trends in Cognitive Sciences*, 15 (11), pp. 512-519.
- Galliani L. (2011). *Il docente universitario. Una professione tra ricerca, didattica e governance degli Atenei*. Lecce-Brescia: Pensa MultiMedia.
- Giardini L. (2012). *L’agronomia per conservare il futuro*. Bologna: Pàtron.
- Giovannoni L. (2006). La motivazione intesa come obiettivo scolastico. *La vita scolastica*, 5, pp. 10-14.



- Gliessman S. R. (2015). *Agroecology: The Ecology of Sustainable Food Systems*. Boca Raton: CRC Press.
- Hirsch G. B. (2006). Packaged simulators and simulation-based learning environments: An alternative to model-building that can expand the audience for system dynamics. *The Creative Learning Exchange*, 15 (2), pp. 1-8.
- Glatthorn A. (1999). *Performance standards and authentic learning*. Larchmont: Eye on education.
- Hirsch G.B. (2006). Packaged simulators and simulation-based learning environments: An alternative to model-building that can expand the audience for system dynamics. *The Creative Learning Exchange*, 15 (2), pp. 1-8.
- Ingegnoli V. (2015). *Landscape Bionomics Biological-Integrated Landscape Ecology*. Berlin, Milan, New York: Springer-Verlag.
- Janesick V. J. (2000). The choreography of qualitative research design. In N. K. Denzin, Y. S. Lincoln (Eds.), *Handbook of Qualitative Research* (pp. 379-399). Thousand Oaks: Sage.
- Kuhn D. (2000). Theory of mind, metacognition, and reasoning: a life-span perspective. In P. Mitchelle K. J. Riggs (Eds.), *Children's reasoning and the mind* (pp. 301-329). Hove: Psychology Press.
- Legardez A., Simonneaux L. (2006). *L'école à l'épreuve de l'actualité: Enseigner les questions vives*. Condé-sur-Noireau: ESF.
- Lumbelli L. (1984). Qualità e quantità nella ricerca empirica in pedagogia. In E. Becchi, B. Vertecchi (Eds.), *Manuale critico della sperimentazione e della ricerca educativa* (pp. 101-133). Milano: Franco Angeli.
- Magnoler P. (2012). *Ricerca e formazione. La professionalizzazione degli insegnanti*. Lecce-Brescia: Pensa MultiMedia.
- Mantovani S. (1998). *La ricerca sul campo in educazione. I metodi qualitativi*. Milano: Mondadori.
- Martinand J. L., (1986). *Connaître e transformer la matière*. Berne: Peter Lang.
- Martini B. (2005). *Formare ai saperi*. Milano: Franco Angeli.
- Merriam S. B. (2002). *Qualitative research in practice: Examples for discussion and analysis*. San Francisco: Jossey-Bass
- Morin E. (1993). *Introduzione al pensiero complesso*. Milano: Sperling e Kupfer.
- Nicolli S., Cattani A. (2008). *Palestra di botta e risposta. La disputa filosofica come formazione al dibattito nella scuola*. Padova: Cleup.
- Nigris E. (2016). La trasposizione didattica. In E. Nigris, L. A., F. Zuccoli (Eds.), *Didattica Generale*. Milano: Pearson.
- Odum E. P. (1989). *Ecology and our endangered life-support systems*. Sunderland: Sinauer Associates.
- Perkins J. H. (1997). *Geopolitics and the Green Revolution: Wheat, Genes, and the Cold War*. New York: Oxford University Press.
- Perrenoud P. (1998). La transposition didactique à partir de pratiques: des savoirs aux compétences- *Revue des sciences de l'éducation*, 24 (3), pp. 487-514.
- Plate R., Monroe M. (2014). A structure for assessing systems thinking. *Creative Learning Exchange*, 23 (1), pp. 1-12.
- Pozo J. I., Gomez Crespo M. A (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata.
- Prigogine I. (1980). *From being to becoming*. San Francisco: Freeman.
- Quinlan K. M. (2002). Inside the Peer Review Process: How Academics Review a Colleague's Teaching Portfolio. *Teaching and Teacher Education*, 18 (8), pp. 1035-1049.
- Rivoltella P. C. (2014). *La previsione. Neuroscienze, apprendimento, didattica*. Brescia: La Scuola.
- Rossi P. G. (2011). *Didattica enattiva. Complessità, teorie dell'azione, professionalità docente*. Milano: Franco Angeli.
- Rovelli C. (2011). *Che cos'è la scienza. La rivoluzione di Anassimandro*. Milano: Mondadori.
- Shulman L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard educational review*, 57 (1), pp. 1-23.
- Stave K., Hopper M. (2007). What constitutes systems thinking? A proposed taxonomy. The 25th International Conference of the System Dynamics Society. Boston.
- Yin R. (2006). *Case Study Research: Design and Methods*. Thousand Oaks: Sage.
- Verret M. (1976). *Les temps des études*. Paris: Honoré Champion.
- Von Bertalanffy L. (1968). *General system theory, foundations, development and applications*. Braziller: New York.
- Wiggins G. (1992). Creating test worth taking. *Educational leadership*, 49, pp. 26-33.