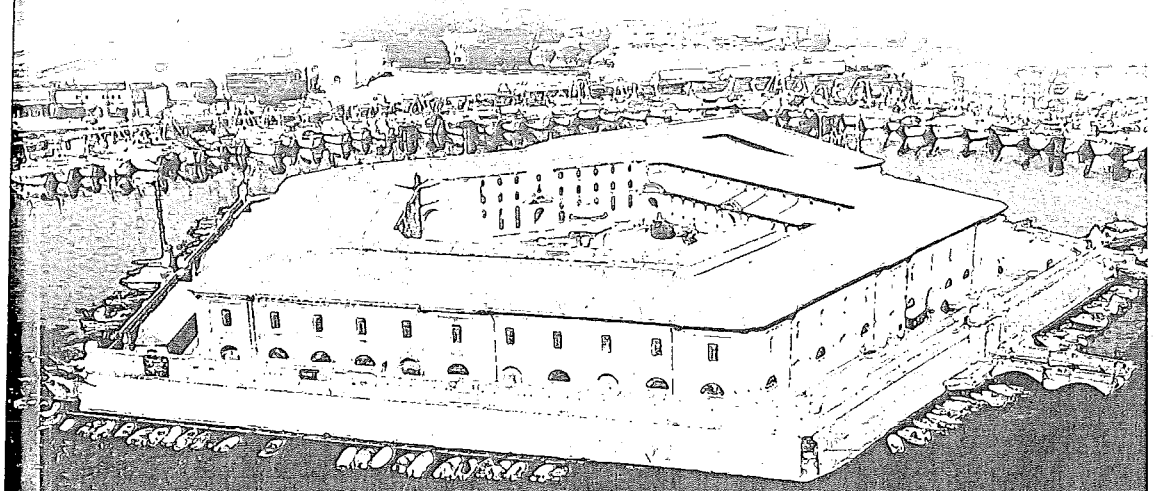
PRIMO VOLUME

la medicina legale del nuovo millennio tra tradizione ed innovazione

A CURA DI **A. Tagliabracci - M. Pesaresi**



cum

MONDUZZI EDITORE

LA COSCIENZA E LE COSIDDETTE QUESTIONI DI "FINE VITA": L'APPROCCIO MULTI E INTERDISCIPLINARE PROPOSTO DAL GRUPPO DI NEUROBIOETICA.

R. Amante[1], V.A. Amodio[2], G. Chieregatti[3], P. Ciadamidaro[4], M. Farisco[5], A. Garcia[6], A. Gini[7], R. Luna[8], M.A. Mangione[9], R. Pascual[10], A. Soddu[11].

1. LA COSCIENZA PER LA FILOSOFIA E IN RAPPORTO ALLE NEUROSCIENZE

Il tema della coscienza è indubbiamente uno dei più intriganti e affascinanti, sia dal punto di vista delle neuroscienze sia della filosofia, e, probabilmente proprio per questo, uno dei più controversi e complicati.

Emerge, anzitutto, l'assenza di una definizione generalmente accettata di coscienza, la quale sembra essere refrattaria a una rigida fissazione semantica.

Ciò nonostante è possibile indicare talune posizioni teoriche che possono essere d'aiuto nel tentare un'approssimazione al significato di coscienza (Blackmore 2005).

---

[1] Dirigente Medico, Dipartimento di Emergenza, Reparto di Neuro - Traumatologia Pediatrica, Ospedale Bambino Gesù, Roma.
[2] Dirigente Medico Psichiatra, ASL Torino 1, Dottore di ricerca in Bioetica e Docente di Bioetica presso la Scuola Superiore di Sanità di Bolzano.
[3] Docente a contratto di Medicina Legale e Bioetica Clinica, Università di Parma e Dirigente Medico dell'Unità Operativa di Medicina Legale, ASL di Piacenza, Servizio Regionale Emilia Romagna.
[4] Dirigente Medico, Terapia Sub - Intensiva, Ospedale Cristo Re, Roma.
[5] Collaboratore per il progetto di ricerca "Fede e Ragione" presso la Pontificia Facoltà Teologica dell'Italia Meridionale, sez. S. Tommaso, Napoli.
[6] Docente di Diritto, Facoltà di Bioetica, Ateneo Pontificio Regina Apostolorum, Roma.
[7] Dirigente Medico, Servizio di Neuroradiologia, Dipartimento di Neuroscienze, Azienda Ospedaliera San Camillo – Forlanini e Coordinatrice del Gruppo di Neurobioetica, Ateneo Pontificio Regina Apostolorum, Roma.
[8] Dirigente Medico, Servizio di Neuroradiologia, Dipartimento di Neuroscienze, Azienda Ospedaliera San Camillo - Forlanini, Roma.
[9] Medico, Dottore di ricerca in Bioetica, studentessa del Corso di Licenza in Filosofia, Università Pontificia della Santa Croce, Roma.
[10] Direttore del Master in Scienza e Fede, Responsabile del Gruppo di Neurobioetica, Ateneo Pontificio Regina Apostolorum, Roma.
[11] Ricercatore, Coma Science Group, Cyclotron Research Centre, Università di Liegi, Belgio.

In primo luogo, questa può essere intesa come soggettività o "fenomenalità" (in inglese "phenomenality"), ossia come esperienza soggettiva o "fenomenica", vale a dire come il modo in cui le cose appaiono a me, perché opposte al modo in cui appaiono oggettivamente. In questo senso la coscienza avrebbe a che fare con la modalità conoscitiva, ossia con le caratteristiche del processo cognitivo del soggetto umano.

Diversamente, la coscienza può essere intesa con i "qualia", ossia con le qualità soggettive ineffabili dell'esperienza (per es.: la "rossità" del rosso o il profumo indescrivibile di un fiore). In questo senso, la coscienza avrebbe a che fare con il contenuto della conoscenza, cioè con quanto in qualche modo è conosciuto. Circa la questione dei "qualia", essa è particolarmente controversa, tant'è vero che alcuni filosofi ne negano l'esistenza.

Sempre nell'ambito della filosofia cognitivista, la coscienza è concepita anche come risposta alla domanda: "Cosa si prova a essere...(Nagel 1974)"; se, cioè, esiste qualcosa che esprime ciò che si prova a essere un animale (o un computer, o un bambino): se una tale risposta esiste, allora quella persona/cosa è considerata cosciente, altrimenti no.

Con riferimento alle Neuroscienze, recentemente, Ned Block (2009) ha indicato tre approcci alla questione della coscienza che sintetizzano le posizioni degli scienziati.

Un primo approccio è quello definito dell'"ordine più alto" ("higher order theory"), secondo il quale un'esperienza è fenomenicamente cosciente solo in virtù di un altro stato che è relativo all'esperienza stessa (Byrne 1997). S'individua, in altri termini, uno stato mentale che supervisiona l'esperienza in atto, quale può essere il pensiero (si parla in questo caso di HOT, "Higher Order Thought") o una percezione.

Un secondo approccio è definito da Block "spazio di lavoro globale" ("the global workspace account of consciousness"), proposto per la prima volta da Bernard Baars e successivamente sviluppato in direzione più neuronale da Stanislas Dehaene, Jean-Pierre Changeux e colleghi (Baars 1988, Dehaene e Naccache 2001, Deheane e Changeux 2003). Tale modello presuppone un approccio a rete neurale nel quale sussiste una competizione tra coalizioni neuronali delle aree frontali e sensoriali, essendo le coalizioni vincenti quelle coscienti. Sorgono, tuttavia, alcune domande: come fa la coscienza a emergere dalle strutture reticolari neuronali? Se la coscienza dipende solo dall'organizzazione a rete, è lecito ipotizzare che essa emerga anche da una struttura artificiale? Può essere adeguato un approccio di tipo riduzionistico?

Il terzo dei principali approcci alla coscienza nelle Neuroscienze contemporanee è definito "Teoria biologica", che considera la coscienza come uno stato biologico del cervello. Sulla base delle suddette definizioni, seppur approssimative e certamente non definitive, emerge quello che David Chalmers (1996) ha definito il "problema duro" (in inglese: "hard problem"): come emergono le esperienze soggettive da cervelli oggettivi? Ossia, com'è possibile che dal "lavoro" dei neuroni emergano esperienze apparentemente del tutto "altre" dalla loro materialità? È plausibile identificare la coscienza con le interazioni elettro-chimiche dei costituenti del cervello? È plausibile ridurla a esse?

A questo punto, emerge una "domanda centrale": la coscienza, intesa come soggettività ("phenomenal consciousness") è un elemento "extra" che noi uomini possediamo in aggiunta alla capacità di percepire, pensare e sentire, o è piuttosto una parte integrante dell'essere noi creature in grado di percepire, pensare e sentire? In altri termini, essere capaci di percepire se stessi in quanto tali, è preliminare alla coscienza come capacità di percepire oggetti di conoscenza o piuttosto è una capacità ulteriore a essa non correlata?

Sul piano teorico si considerano due possibilità:

a. La coscienza (come soggettività) è qualcosa di addizionale.

In questo caso potremmo chiederci, per esempio, perché possediamo la coscienza intesa come soggettività.

b. La coscienza (come soggettività) è qualcosa d'intrinseco al nostro percepire e pensare.

In questo modo si rischia, tuttavia, di cadere in una prospettiva meramente funzionalistica: la coscienza, cioè, può essere identificata con l'insieme dei processi cognitivi, e non ha più senso parlare di coscienza in sé. Un tale concetto di coscienza si presenta a molte obiezioni che ci limitiamo solo a elencare: la nozione del senso in generale, o del senso del mondo per me, o del senso di me per me stesso; il pensiero come autoconsapevolezza, per cui esisterebbero sempre anche ragioni e non solo cause; l'esperienza d'intenzione e deliberazione (Farisco 2009).

Correlate alla domanda centrale sono altre questioni, come per esempio: la coscienza è necessaria per prendere decisioni? La coscienza s'identifica con un potere coordinativo che presiede alle azioni del soggetto?

Le neuroscienze vanno evidenziando che la coscienza non presiede a "tutte" le azioni soggettive in "tutto" il loro svolgimento: si pensi, per esempio, alle azioni avviate e compiute coscientemente ma troppo velocemente per poter essere coordinate dalla coscienza in sé, come giocare a tennistavolo o a calcio, oppure parlare velocemente, ecc. Un dato di grande rilevanza, inoltre, è che gran parte di ciò che accade nel cervello sembra svolgersi a prescindere dal controllo della coscienza e forse in modo inaccessibile a essa. Infine, vi sono domande che la filosofia e le neuroscienze si pongono a proposito della coscienza: l'attività del cervello cosciente è controllata da un'anima soprannaturale o da un sé immateriale, come affermato da una prospettiva dualistica? C'è un posto speciale nel cervello in cui "accada" la coscienza? Esistono dei tipi speciali di "neuroni della coscienza" o connessioni particolari che producono le esperienze coscienti mentre il resto del cervello non è coinvolto in tale produzione? Queste e altre sono le domande alle quali le moderne Neuroscienze cercano di dare una risposta anche attraverso studi in soggetti nei quali la coscienza sia gravemente compromessa, come viene spiegato nel paragrafo successivo.

2. LO STATO DI COSCIENZA E LE SUE GRAVI COMPROMISSIONI DAL PUNTO DI VISTA DELLE NEUROSCIENZE

Le Neuroscienze definiscono la coscienza come la consapevolezza di sé e dell'ambiente circostante. Studi recenti avrebbero indicato che lo stato di coscienza o, semplicemente, la coscienza, non sarebbe il frutto dell'attivazione di una determinata area cerebrale, ma dipenderebbe dall'attivazione e interreazione funzionale di più aree. Pertanto, la condizione nota come "stato vegetativo" (SV) non scaturirebbe dalla compromissione di un'unica area, bensì dall'interruzione di connessioni reciproche tra differenti strutture cerebrali. Nel soggetto giovane, specialmente nella fascia d'età compresa tra la nascita e la seconda infanzia, per la presenza di una maggiore plasticità neuronale, la possibilità di riorganizzazione post-lesionale è frequente; questo permetterebbe un maggior grado di attivazione reciproca tra i vari sistemi coinvolti nel mantenimento/ripresa della coscienza. Le strutture del Sistema Nervoso Centrale, attualmente note, che sarebbero coinvolte nella "produzione" di uno stato di coscienza, sono:

a. La corteccia cerebrale, i nuclei talamici, i gangli della base, la formazione reticolare ascendente (queste aree ci pongono in rapporto col mondo esterno attraverso la per-

cezione, la consapevolezza, il linguaggio, le abilità motorie, ecc.); infatti, il danno assonale diffuso indotto da eventi traumatici e caratterizzato dalla "disconnessione" di queste strutture, costituisce la base biologica della perdita di coscienza e può sfociare nello SV;

b. Il sistema limbico e l'ipotalamo (tali strutture ci pongono in rapporto col mondo interno attraverso le emozioni, anche in assenza di vigilanza); sono soggette a danno da ipossia, ischemia, acidosi, ecc.

Lo "stato vegetativo" è definito da (The Multi-Society Task Force on PVS 1994):

Assenza di consapevolezza di sé e dell'ambiente circostante, con conseguente impossibilità a interagire con gli altri;

Assenza di comportamenti durevoli, riproducibili o di risposte volontarie;

Assenza di risposta alla stimolazione acustica, visiva, tattile o dolorifica;

Assenza di produzione o comprensione verbale;

Stato di veglia intermittente, con presenza di cicli sonno-veglia occasionali;

Conservazione delle funzioni autonomiche tronco-encefaliche e ipotalamiche, che consentono la sopravvivenza del paziente, grazie anche alle cure mediche e infermieristiche;

Incontinenza sfinterica;

Presenza di riflessi spinali e tronco-encefalici;

Rispetto allo stato di coma, si osserva il recupero della vigilanza ma, apparentemente, non dei contenuti di coscienza (Dolce e Sazbon 2002). Secondo studi statistici compiuti nei paesi industrializzati, l'incidenza e la prevalenza di pazienti in SV sono in continuo aumento e ciò è certamente correlato alla sempre più veloce evoluzione e all'efficacia delle scienze mediche, sia in senso internistico (anestesiologia, rianimazione, diagnostica radiologica, studi del metabolismo, nutrizionali, ecc.), che chirurgico.

Sempre i medesimi studi hanno rilevato che:

L'incidenza dello "stato di minima coscienza" o SMC (Spinelli 2009) è 7-10 volte superiore a quello di SV;

L'incidenza di SV a sei mesi dall'evento acuto è pari a 0.5-4/100.000;

La prevalenza è pari a 2-3/100.000;

La sopravvivenza media nel giovane adulto è pari a circa cinque anni (Commissione Tecnico-Scientifica del Ministero della Salute, "Stato vegetativo e stato di minima coscienza" 2005).

Le principali cause di SV sono:

1. Traumatiche: incidenti della strada, domestici, ferite d'arma da fuoco, trauma da parto, ecc.;
2. Non traumatiche: anossia, infezioni, tumori, accidenti cerebro-vascolari, intossicazioni, ecc. L'esordio può essere acuto (a eziologia traumatica e non traumatica) o cronico (malattie degenerative e metaboliche, anomalie di sviluppo quali la microcefalia grave, ecc.).

A questo punto ci si dovrebbe domandare: sebbene gli studi fin a oggi compiuti abbiano dimostrato che la funzionalità di alcune aree e la loro interrelazione siano condizioni necessarie per la "produzione" di uno stato di coscienza, si può essere certi che un soggetto diagnosticato in SV sia sicuramente non "collegato" con il proprio mondo o con quello esterno? La coscienza, e non solo per i filosofi, rimane un territorio di difficile esplorazione, perché non sempre facile da evidenziare clinicamente (si ricordi che si tratta di uno stato soggettivo) o da "dimostrare" anche con le più avanzate tecnologie del

neuro-imaging[12] (sempre più diffuse). Infatti, diversamente da quanto postulato, recenti studi sperimentali eseguiti con metodiche di RMN funzionale (fRMN[13]) nei pazienti in SV o SMC[14], hanno mostrato significative differenze di attivazione corticale dopo stimolazione acustica, rispetto allo stato non stimolato, e a discorsi intelligibili, in confronto con discorsi inintelligibili (Coleman "et al" 2007). Un altro studio eseguito sempre con la metodica di fRMN, ha documentato la differente attivazione corticale in risposta al nome del paziente pronunciato da un familiare (Di "et al"2007), cioè l'attivazione estesa oltre la corteccia uditiva primaria, rispetto a una situazione di assenza di stimolazione. Inoltre, in alcuni soggetti giovani con danno assonale diffuso post-traumatico (contusione del corpo calloso, talamo, ecc.) e un quadro clinico gravissimo nella fase acuta-subacuta, si è osservata un'evoluzione favorevole e una buona ripresa dello stato di coscienza. Tali risultati, se da un lato suggeriscono la prudenza nella diagnosi e management di questi pazienti, la cui prognosi può risultare difficile da stabilire con i mezzi attualmente a disposizione, dall'altro, e proprio per questo, sollecitano lo sviluppo e l'applicazione delle tecniche avanzate di neuro-imaging (fRMN e PET[15]), per la loro non invasività e ripetibilità nel tempo.

3. NEURO-IMAGING E STATO DI COSCIENZA: UNA SFIDA POSSIBILE?

Il progressivo sviluppo delle metodiche e delle tecniche di neuro-imaging, acceleratosi negli ultimi anni, rende possibile una sempre migliore comprensione dei meccanismi eziopatogenetici alla base delle alterazioni più gravi dello stato di coscienza. In particolare, lo studio delle immagini dell'encefalo, ottenute con metodica TC e, soprattutto RMN, fornirebbe al clinico una "rappresentazione" molto vicina alla reale situazione anatomo-patologica. Ciò si dimostra particolarmente utile nei casi di processi occupanti spazio, responsabili di un incremento della pressione endocranica tale da risultare, nei pazienti più compromessi, in ernie trans-tentoriali o sub-falcali. Tra le patologie responsabili di queste situazioni di urgenza, si ricordano gli ematomi sub-durali ed epidurali, l'emorragia sub-aracnoidea, le emorragie intra-parenchimali, gli infarti ischemici ed emorragici e l'edema parenchimale conseguente a grave trauma cranico. Altrettanto importanti e frequenti sono quelle condizioni che producono uno stato di coma con il meccanismo del cosiddetto "neuronal impairment", quali le encefaliti, il morbo di Creutzfeldt-Jakob, le gravi alterazioni metaboliche, le lesioni del tronco encefalico dovute ad arresto cardiorespiratorio e le contusioni emorragiche multifocali con interessamento delle regioni corticali. Nella genesi, non solo di uno stato di coma, ma anche e soprattutto della condizione che va sotto il nome di "stato vegetativo persistente" o SVP (Manish e Veenu 2007), un ruolo eziologico di rilevo spetta alla "diffuse

[12] Per neuro-imaging s'intendono le tecniche e modalità diagnostiche radiologiche per immagini aventi come oggetto di studio il Sistema Nervoso.

[13] Per RMN funzionale o fRMN s'intende una tecnica avanzata di RMN che permette di evidenziare e quantificare le modificazioni di flusso ematico cerebrali regionali (quindi del metabolismo), per ricavarne una "mappa" delle funzioni correlate.

[14] Si veda il paragrafo tre di questo stesso lavoro per un approfondimento.

[15] Per PET (Positron Emission Tomography) s'intende una sofisticata e costosa metodica che usa traccianti radioattivi di flusso ematico o di metabolismo, per visualizzare e quantizzare funzioni di organi e tessuti.

axonal injury o DAI (Xu "et al" 2007): in questa condizione, focolai multipli di danno assonale (secondari a "strappamento" o violenta "torsione" degli assoni, da trauma cranico moderato o grave quale, per esempio, quello da decelerazione), sono facilmente riconoscibili con le tecniche di RMN più recenti. In particolare, si sono dimostrate assai utili le sequenze pesate in diffusione o DWI (Koh e Padhani 2006); tale tecnica, definita "avanzata", è ormai diffusamente impiegata nelle indagini di routine eseguite in presenza di patologia ischemica e traumatica. La DWI utilizza al meglio la proprietà posseduta delle molecole dell'acqua (H2O) di rimanere "bloccate" o, comunque, ostacolate nel proprio moto all'interno del parenchima encefalico, sia in aree lesionali ischemiche sia, con meccanismo analogo, in aree di danno assonale. Le alterazioni di segnale nelle zone parenchimali encefaliche sede di patologia, caratterizzate da alterati valori di ADC (l'ADC è il coefficiente di diffusione apparente), permettono un riconoscimento estremamente precoce della lesione e il suo monitoraggio nel tempo. L'impiego delle sequenze DWI non si esaurisce qui: infatti, il calcolo di un altro parametro, il cosiddetto "tensore di diffusione" o DTI consentirà, alla fine del processo di acquisizione, di ricostruire nelle tre dimensioni spaziali la morfologia, il decorso e il numero delle fibre mielinizzate (gli assoni) che connettono le strutture corticali e sottocorticali dei due emisferi. Tale tecnica, denominata "trattografia" o "fiber tracking" (Mori e Van Zijl 2002), permette, ad esempio, di documentare il depauperamento delle vie assonali della sostanza bianca nello "stato vegetativo persistente" (SVP) o, al contrario, il loro progressivo ripristino in caso di un'evoluzione clinica favorevole, quale quella che si osserva nel recupero dallo "stato di minima coscienza" o SMC (Henning "et al" 2005). Alcuni studi di revisione dello SVP, eseguiti su ampie casistiche (Salvolini "et al" 2000), hanno consentito di definire i principali "quadri" (o "pattern") neuro-radiologici osservati nello SVP (in primo luogo la DAI, poi le lesioni tronco encefaliche ed emisferiche multiple), così come le loro cause (trauma cranico grave, ictus emorragico, encefalopatia post-anossica; più raramente, alcune encefaliti infettive o l'ictus ischemico). I fondamentali studi di neuro-imaging funzionale (fRMN) del gruppo di S. Laureys e altri (Schiff 2006), in pazienti con una situazione di grave compromissione dello stato di coscienza (soprattutto nello SV e SMC), hanno arricchito notevolmente il nostro bagaglio di conoscenze degli ultimi dieci anni. Utilizzando studi di PET (Positron Emission Tomography) con glucosio marcato, Laureys ha misurato le variazioni di metabolismo cerebrale globale medio in condizioni diverse di stato di coscienza (anestesia generale, sindrome del "chiavistello" o "locked in", SMC, SV, morte cerebrale). In particolare, nello SV è stata osservata una riduzione significativa (50-60%) del metabolismo globale encefalico (una riduzione del 45% invece nello stato di coma), con un consumo di glucosio minore nello SVP rispetto alla forma acuta di SV, verosimilmente per la progressiva degenerazione trans-sinaptica osservata nel primo. Al contrario, nei pazienti che recuperano la coscienza dopo un'iniziale fase di coma post-anossico, il consumo di glucosio è ridotto soltanto del 25%. I livelli di CBF (flusso ematico cerebrale o cerebral blood flow) si sono rilevati invece molto variabili nei pazienti in SV. Gli studi dell'encefalo con la tecnica SPECT[16], hanno ben documentato l'incremento di flusso ematico nella fase di recupero da SV a SMC (Laureys "et al" 2006). Sempre Laureys ha dimostrato che, utilizzando tecniche di fRMN nei pazienti in SV, i network di attivazione corticale sarebbero effettivamente ridotti rispetto ai controlli sani: tuttavia, e questo è un dato fondamentale, tale attivazione non sarebbe così diminuita come ci si aspetterebbe, bensì ben riconoscibile. Un passo avanti ulteriore è stato fatto con gli studi di PET, nel tentativo di determinare se la riduzione metabolica cerebrale nello SV sia globale o regionale. In particolare, Laureys ("et al"1999) ha dimostrato che il deficit metabolico maggiore si verificava nel sistema precuneo-corteccia del giro del cingolo e nella post-corteccia associativa prefrontale, mentre relativamente conservato era il metabolismo nel tronco encefalico (ben si correla tale dato con la dimostrazione clinica di funzioni vegetative e del ritmo sonno – veglia conservate). Gli studi di fRMN e la conseguente elaborazione di mappe di attivazione corticale in risposta a stimoli predeterminati, si basano sul rilevamento di valori di intensità di segnale misurati nelle singole aree corticali durante l'attivazione delle aree cerebrali correlate alle funzioni esaminate. Tali studi, che procedono secondo una visione che si potrebbe ben definire "neurofisiologica" e "neuropsicologica", con lo scopo di identificare i correlati neurali della coscienza, si stanno rivelando molto utili nella comprensione delle basi neurobiologiche e clinico - funzionali dello SV e dello SMC. In particolare, integrando i dati ottenuti con la PET e la fRMN, si è cercato di quantificare la responsività cerebrale a stimoli esterni nello SV e sono stati identificati, tra l'altro, alcuni "patterns" di attivazione "atipica" che coinvolge la corteccia associativa di livello più alto. Tali "patterns" potrebbero essere considerati elementi predittivi di un recupero dallo SV (Boly "et al" 2008). Di notevole interesse e, sicuramente, controverso è stato l'esperimento di Owen ("et all" 2006), condotto su una paziente in SV alla quale era stato chiesto di immaginare di giocare a tennis e poi di visitare tutte le stanze della propria casa, iniziando dalla porta d'ingresso. Si trattava, pertanto, di eseguire compiti di natura complessa; in questa paziente, si era dimostrata l'attivazione di un'area supplementare motoria (giro pre-centrale, corteccia parietale posteriore e corteccia pre-motoria), con "risposte" risultate nel complesso sovrapponibili a quelle di volontari sani sottoposti allo stesso task. Secondo Owen i risultati ottenuti dimostravano che, pur in presenza di criteri di SV ampiamente soddisfatti, la paziente possedeva ancora la capacità di comprendere i comandi verbali e di rispondere a essi, e questo era evidenziato dall'attivazione di aree cerebrali, piuttosto che attraverso l'espressione linguistica o i movimenti (che la paziente non era in grado di compiere). I risultati dell'esperimento avevano poi portato Owen ad affermare che, " in questa paziente in SV vi erano chiari segni delle presenza di intenzioni" e, dunque, di "consapevolezza di se stessa e dell'ambiente circostante". Un recentissimo articolo di Andrea Soddu ("et al" 2009), propone uno schema di organizzazione cerebrale sottostante la coscienza in soggetti volontari sani. In tale schema, le connessioni talamo-corticali possono essere suddivise in due sistemi globali spesso antagonisti: a) un sistema orientato all'esterno, le reti sensorio-motorie (sistema "estrinseco"); e b) un sistema di reti orientate all'interno (il sistema "intrinseco" o sistema default). Sulla base di questa suddivisione, sarebbero possibili quattro stati mentali che appaiono importanti per comprendere le condizioni cliniche di compromissione dello stato di coscienza. Nei soggetti normali e nei pazienti con la sindrome di "locked in[17]", ci si attenderebbe uno stato di elevata funzio-

[16] SPECT o Single Photon Emission Tomography è una tecnica di Medicina Nucleare che permette la ricostruzione nei tre piani della distribuzione di radio-traccianti nel corpo.

[17] La sindrome "locked-in" o sindrome del chiavistello è caratterizzata dalla presenza di coscienza e stato di veglia, in un paziente nel quale tutti i muscoli volontari del corpo siano paralizzati. In genere il paziente è in grado di comunicare con il movimento degli occhi o delle sopracciglia. La sindrome è causata da una lesione della porzione ventrale del mesencefalo (in genere un ictus o un'emorragia).

nalità sia del sistema estrinseco sia di quello intrinseco o default, associato con la piena consapevolezza di se stessi e dell'ambiente circostante. In questo caso, per evidenziare uno stato di "consapevolezza" altrimenti impossibile da elicitare, in pazienti impossibilitati a comunicare, si utilizzano sia tests d'immaginazione mentale sia esami di fRMN. Sempre sulla base dello schema di cui sopra, sono possibili due stati complementari di sistema in disequilibrio, dei quali uno sarebbe iperfunzionante, mentre l'altro sarebbe ipofunzionante. Nel caso d'iperfunzione del sistema estrinseco ci si attende uno stato di completo "assorbimento" sensorio-motorio o di "perdita del sé". Al contrario, una situazione d'ipefunzionalità del sistema intrinseco o default porterebbe a uno stato di completo distacco dal mondo esterno. Una situazione in cui sia il sistema estrinseco che quello intrinseco siano ipofunzionanti, porterebbe a una condizione di grave compromissione della coscienza come si apprezza nei casi dei disordini della stessa. Gli studi e le ricerche naturalmente continuano.

Per concludere: dai dati in nostro possesso risulta assai arduo tentare di formulare giudizi conclusivi su cosa sia lo stato di coscienza, come venga a prodursi o come spiegare le sue alterazioni, in base agli studi di neuro-imaging funzionale e in senso strettamente neuronale. Ciò che appare tuttavia indiscutibile è l'estrema difficoltà, forse l'impossibilità, di definire il grado di compromissione cerebrale funzionale dei pazienti in SV, basandoci su una valutazione esclusivamente clinica, proprio perché essi sono, in genere (e apparentemente), incapaci di relazionarsi e di comunicare con noi. Tuttavia, sia alcuni dati di natura clinica sia quelli sperimentali (per es. la fRMN) suggeriscono la persistenza di "elementi" di coscienza in alcuni di questi pazienti ritenuti, per definizione, privi della stessa. La complessità di queste condizioni e gli interrogativi che da esse scaturiscono, alimentano dilemmi di natura bioetica e servono da stimolo e incoraggiamento a proseguire nella sfida, alla ricerca di risposte certe o almeno verisimili. Infatti, la vita umana, in qualsiasi stato essa si venga a trovare, non può mai essere considerata in modo superficiale o, ancor peggio, banalizzata.

4. LA PERSONA E LO STATO DI COSCIENZA: TRA METAFISICA E NEUROSCIENZE

La banalizzazione della vita umana è purtroppo un atteggiamento ricorrente in alcuni settori della cultura odierna, e riguarda sia la nascita sia la morte[18] (Fisichella 2009).

Questa tendenza è spesso caratterizzata dall'orientamento a voler "misurare" l'umanità di alcuni soggetti, soprattutto quelli più deboli e indifesi, esclusivamente in base alle qualità delle loro manifestazioni, dando per scontato che lo statuto di Persona si possa acquisire o perdere, secondo lo stadio vitale o delle condizioni in cui essi versano. In questo caso, acquisisce valore fondamentale sia il livello di consapevolezza dimostrato sia la possibilità di esercitare la propria libertà. Avviene, quindi, che i soggetti in SV non siano più considerati Persone, proprio perché prive di quelle caratteristiche funzionali ritenute imprescindibili al fine di attribuire loro un tale statuto. Ma la Persona umana si manifesta e si rende riconoscibile ai nostri sensi, proprio perché è Persona: non il contrario. Essa possiede un fondamento ontologico, dal quale scaturiscono ogni sua attività e ogni sua

[18] "Dalla vita alla morte tutto sembra sottoposto a un mero processo semplificativo che tende a rinchiudere ogni cosa in un affare privato senza alcun riferimento agli altri. In questo modo, però, la coscienza si assopisce e diventa progressivamente incapace di giudizio serio e veritiero (Fisichella 2009)".

caratteristica, fondamento che dà ragione della sua insopprimibile dignità. Per comprenderla, non è sufficiente studiarne le funzioni che può esercitare; infatti, si dimostra molto più adatto uno studio di carattere metafisico. Del resto, " [...] l'attualità di una funzione non è un'ipostatizzazione astratta, bensì è inscindibile dal soggetto ontologico che ne è la condizione di possibilità. Semmai la funzione si attualizza quale conseguenza, oltretutto parziale e accidentale, che presuppone ontologicamente, quale precondizione necessaria, l'esistenza di una persona umana come un tutto (Palazzani 1997)". L'analisi metafisica della Persona rappresenta uno studio veramente valido sia per comprendere la preziosità e la dignità dell'essere umano in generale, che di ogni essere umano in particolare. Inoltre, essa ci aiuta a mettere in luce l'inalienabilità dello statuto di Persona, che non può essere indiscriminatamente o discrezionalmente attribuito, ma va esclusivamente riconosciuto (Lombo e Russo 2005). "La realtà dell'essere umano, infatti, per tutto il corso della sua vita, prima e dopo la nascita, non consente di affermare né un cambiamento di natura né una gradualità di valore morale, poiché possiede una *piena qualificazione antropologica ed etica*. [...] Il rispetto di tale dignità compete a ogni essere umano, perché esso porta impressi in sé in maniera indelebile la propria dignità e il proprio valore (Congregazione per la Dottrina della Fede, Istruzione Dignitas Personae su alcune questioni di bioetica 2008)".

Forse il termine "Metafisica" rischia di apparire anacronistico e astratto. Probabilmente evoca il rinvio a scenari idealistici, a un confronto con un qualcosa di etereo, quasi inesistente. Ma gli approcci metafisici non sono tutti ugualmente sganciati dalla realtà che ci coinvolge nella nostra esistenza quotidiana.

"In una metafisica realista ma non empirista, l'esperienza e la conoscenza sensibile avranno un ruolo importante, ma non esclusivo. Solo a partire dai dati dell'esperienza, infatti, la nostra intelligenza si può innalzare sopra la sensibilità per trovare delle cause e dei principi che non siano immediatamente dati nell'esperienza sensibile (Clavell e Pérez de Laborda 2006 a)". L'analisi metafisica nella prospettiva realista, che fa principalmente riferimento al pensiero di Aristotele e di San Tommaso d'Aquino, non scinde l'esperienza, anzi, ne recupera l'unità, grazie ad una riflessione che parte dall'esperienza sensibile, ma non si ferma a essa. Non tutto è analizzabile mediante uno studio di carattere scientifico-matematico. "La persona umana potrà essere studiata come organismo dai biologisti, come psiche dagli psicologi, come malata mentale dagli psichiatri, potrà, in una parola, essere oggettivata: ma non potrà mai essere ridotta allo stato di puro oggetto". Come ha notato il filosofo Wittgenstein: "Noi sentiamo che anche se tutte le domande della scienza ricevessero una risposta, i problemi della nostra vita non sarebbero nemmeno sfiorati (Wittgenstein 1983) (Russo 2004)".

Le riflessioni di V. Frankl hanno messo opportunamente in guardia dai pericoli insiti nel biologismo, nello psicologismo e nel sociologismo, "emanazioni differenziate di un unico approccio riduzionista (Bruzzone 2001 a) ". Nel delineare una concezione antropologica a fondamento del modello terapeutico da egli stesso introdotto e denominato "Logoterapia", Viktor Frankl esprime la volontà di realizzare una particolare finalità, quella cioè di allontanarsi da una visione riduzionista, a fronte della sempre più crescente tendenza a considerare gli esseri umani nella sola dimensione biologica o, al massimo, psichica, già presente nella sua epoca. Nell'elaborazione del suo metodo antropologico, Frankl delinea una proposta che salvaguarda le dimensioni e l'unitarietà dell'uomo.

"Io stesso ho cercato simultaneamente di far giustizia delle differenze ontologiche e dell'unità antropologica con quel che ho chiamato ontologia dimensionale. Questo approccio fa uso del concetto geometrico di dimensioni quale analogia per le differenze qualitative che non distruggono l'unità di una struttura (Frankl 1998)".

Pertanto, il messaggio frankliano riveste una grande attualità, giacché il rischio di un determinismo pseudo-scientifico si rende manifesto in molti settori del sapere, facendo perdere di vista la dimensione spirituale dell'uomo. "Definirei lo specialista, un uomo che non vede più la foresta della verità a causa degli alberi dei fatti singoli (Frankl 1998)". La proposta del grande maestro viennese sottolinea l'importanza di una riflessione meta-scientifica, o propriamente filosofica: "Contro il tentativo (fallimentare) di sostituire la metafisica con la scienza, Frankl si schiera quindi per una rivalutazione di una vera e propria 'metafisica difensiva' (che precede e rende possibile la vera scienza). È interessante notare a questo proposito come la sua preoccupazione, giacché scienziato, rimanga essenzialmente epistemologica e come pertanto egli si riferisca non tanto a un regno che sta al-di-là-del-fisico, quanto piuttosto ai presupposti filosofici, categoriali e linguistici che stanno 'dietro la fisica' come scienza della realtà fondata sull'esperienza (Bruzzone 2001 b)". Quali sono, in sintesi, i presupposti di quella che Frankl definisce ontologia dimensionale? Frankl individua due leggi: la prima stabilisce che lo stesso fenomeno, quando è proiettato su piani diversi, dà origine a figure diverse e in contrasto tra loro. Se un cilindro, infatti, è proiettato su un piano laterale, darà luogo all'immagine di un rettangolo, mentre se proiettato su quello di base, darà luogo all'immagine di un cerchio.

La seconda legge stabilisce, invece, che fenomeni diversi, quando proiettati sullo stesso piano, daranno luogo a immagini simili, generando così ambiguità.

L'esempio è rappresentato da un cilindro, un cono e una sfera che, proiettati sul piano di base daranno luogo a un'immagine circolare, con la conseguenza di non poter consentire la distinzione delle figure originarie. Mutuando, allora, tale rappresentazione dalle leggi della geometria e applicandola all'uomo, si comprende come sia conseguente il rischio di un approccio riduzionista, allorquando l'uomo è privato della sua dimensione specificamente umana e reso velleitariamente "spiegabile" soltanto sul piano della biologia e della psicologia. Se si coltiva tale immagine, l'uomo si dimostrerà bidimensionale e, come tale, lascerà apparire due diverse immagini di sé, fra esse contrastanti, poiché ciascuna delle due dimensioni metterà in luce solo fenomeni somatici o psichici. Pur facenti entrambe parti della struttura dell'uomo, tuttavia, da sole non rendono ragione dell'esaustività della sua umanità. Per Frankl l'idea dell'esaustività si completa ammettendo un'altra dimensione che è quella dell'auto-trascendenza, quale capacità ineludibile dell'amore e della coscienza. Solo introducendo la terza dimensione della spiritualità, l'uomo appare nella sua vera umanità. Tale visione consente di mantenere valida la concezione di una totalità psico-fisica-spirituale che, come tale, non ammette suddivisioni o frammentazioni di alcun genere. La realtà umana pertanto non può essere pienamente accessibile e descritta attraverso separazioni e suddivisioni. L'esperienza, l'insegnamento e, in particolar modo, l'ontologia dimensionale di Frankl ci offrono il sostegno e, forse, una metodologia per sviluppare la nostra riflessione in una prospettiva integrata scientifica/umanistica, al fine di elaborare delle risposte ai dilemmi etici sulle cosiddette questioni di "fine vita", che siano rispettose della verità sull'uomo e della sua irriducibile dignità.

CONCLUSIONE

La nostra proposta di studio sulle cosiddette questioni di "fine vita" (per es.: lo SV) nella prospettiva della Neurobioetica prende le mosse sia dai dati scientifici a nostra disposizione, sia dalla riflessione razionale sulla Persona umana e sul suo agire, senza riduzionismi, nel dialogo tra il progresso scientifico e le scienze umane, ben sapendo che la medicina stessa ha bisogno di recuperare della Persona una visione globale e unitaria. Le caratteristiche di multidisciplinarietà del nostro gruppo di studio e di ricerca, l'appello alla metodologia e ai valori che ritroviamo nell'approccio di tipo metafisico proprio dell'ontologia dimensionale di V. Frankl, sembrano idonei ad affrontare tematiche e dilemmi di difficile soluzione.

Questo è, infatti, il percorso che abbiamo scelto di percorrere.

Se il riferimento alla coscienza, quale capacità di tornare su se stesso da parte dell'intelletto rappresenta un argomento efficace per comprendere l'anima spirituale, la sua sussistenza e la sua immortalità, come la sua inscindibile unità (Sgreccia 2007 a)[19]; se i dati clinici e quelli forniti dalle moderne tecniche di neuro-imaging ci avvicinano alla comprensione delle difficili questioni derivanti dalle condizioni note come SV e simili, questo non vuol dire che la coscienza sia l'unica condizione necessaria per sapere se ci troviamo o no di fronte ad una Persona. Un uomo che dorme non è cosciente, ma non per questo cambia il suo specifico modo di essere. Non sempre si ha la piena espressione di ciò che è specifico per una determinata natura: "la forma sostanziale non porta a realizzare attualmente ogni tipo d'azione in ogni momento: ci sono delle potenze o capacità attive che devono passare all'atto ogni volta che il soggetto agisce (Clavell e Pérez de Laborda 2006 b)".

Alla presenza di gravi compromissioni dello stato di coscienza, per quanto efficaci e attendibili possano risultare gli studi compiuti dalle moderne Neuroscienze e alcuni dei risultati ottenuti, si potrebbe essere quasi indotti a pensare che quel corpo "studiato" non esprima più una vita personale, ma un altro genere di vita, magari non degna di essere vissuta. Ma, come può il corpo di una Persona vivere, se non della vita che gli è propria, cioè quella della Persona alla quale quel corpo appartiene? "Non si può introdurre la distinzione tra "vita biologica" (funzioni organiche) e "vita personale" (vita di coscienza e relazione): nell'uomo c'e una vitalità unica e finché c'è vita è da ritenere che sia vita della persona (Sgreccia 2007 b)". Nel 1990, in un discorso a conclusione della V Conferenza Internazionale su "La mente umana" Giovanni Paolo II affermava: ..."Il campo sconfinato delle Neuroscienze offre alla ricerca la possibilità di avvicinarsi in modo particolarmente penetrante alla soglia del mistero stesso dell'uomo".. (Giovanni Paolo II, Discorsi, 1990). In questa affermazione è, forse, racchiuso uno degli scopi più importanti della Neurobioetica, cioè lo studio del nucleo dell'uomo, la mente o psiche o anima, e ciò che chiamiamo coscienza o identità personale o, in inglese, il "self".

Già nel 400 d.C. Ippocrate individuava nel cervello la sede del nostro essere biologico, cognitivo, e spirituale ("da esso discendono gioie,dolori, piaceri...,il riso,il pianto,ecc."): col passare del tempo, ci si è però domandati se l'encefalo possa veramente essere la sede della coscienza e di tutte le facoltà umane; ugualmente, ci si chiede oggi se la coscienza possa abitare anche altrove. L'uomo moderno è giunto a definire la coscienza come costituita da

[19] "L'uomo è persona perché è l'unico essere in cui la vita diventa capace di "riflessione" su di sé, di autodeterminazione; è l'unico vivente che ha la capacità di cogliere e scoprire il senso delle cose e di dare senso alle sue espressioni e al suo linguaggio cosciente (Sgreccia 2007a)".

due parti: il "wakefulness", cioè lo stato di vigilanza, lo stare a occhi aperti e l'"awareness", il contenuto, la sostanza squisitamente spirituale, l'io più profondo con tutte le sue esperienze sensoriali, emotive, cioè propriamente "umane". Presi nel loro aspetto positivo, il progresso scientifico, l'affinarsi delle tecniche diagnostiche e terapeutiche, ivi comprese le tecniche di rianimazione e di mantenimento in vita, hanno, forse inconsapevolmente, introdotto problematiche nuove, non solo di natura biologica ma e soprattutto di ordine filosofico, antropologico ed etico.

Pertanto, attraverso una metodologia multi e interdisciplinare, basata anche sul concetto di morale (intesa come cognizione, senso e azione), sembrerebbe che delle risposte possano essere ricavate; con una visione scientifico-umanistica, senza mai cadere nell'errore di ciò che alcuni neuroscienziati chiamano, rigettandolo, il "paradosso della tecnologia" (Alpert e Giordano 2009) (il rischio, cioè, dell'isolamento morale dell'individuo che, pur se giunto con la tecnologia a svelare i misteri del cervello, proprio per questo corre il pericolo di trascendere i confini di tale conoscenza, alienandosi da se stesso), si dovrebbe essere in grado di restituire alla Persona umana ciò che le appartiene ontologicamente. Per finire: "Affermiamo quindi che "[...] il valore intrinseco e la personale dignità di ogni essere umano non mutano, qualunque siano le circostanze concrete della sua vita (Giovanni Paolo II, Discorsi, 2004)". Accettare la possibilità di considerare una vita umana esclusivamente come un fenomeno biologico rappresenta un declassamento della dignità dell'uomo e della nostra stessa umanità: "ci si chiede di riconoscere una gradualità nella dignità umana, ma dovremmo essere sufficientemente saggi da ricordare che ogni volta che abbiamo umiliato la dignità umana, conferendole diversi gradi e operando delle discriminazioni, abbiamo soltanto creato le premesse per una nuova violenza e per la morte (Gigli 2005)".

REFERENZE BIBLIOGRAFICHE

1. ALPERT S., GIORDANO J. Conference Report: The Nour Foundation Georgetown University & Blackfriars Hall, (2009) Oxford University Symposium Series: ***Technology, Neuroscience & the Nature of Being: Considerations of Meaning, Morality and Transcendence Part I: The Paradox of Neurotechnology (May 9th, 2009)*** sito :http://www.peh-med.com/content/4/1/9.
2. BAARS B. (1988) *A cognitive theory of consciousness*, Cambridge University Press, Cambridge; id., The global workspace theory of consciousness, in VELMANS M., SCHNEIDER S. (edd.). (2007) *The Blackwell Companion to Consciousness*, Blackwell, Oxford, cap. 18; DEHAENE S., NACCACHE L. (2001) Towards a cognitive neuroscience of consciousness: basic evidence and a workspace framework, in *Cognition*, 79, pp. 1-37; DEHEANE S., CHANGEUX J.P. Neural mechanism for access to consciousness, in GAZZANIGA M. (ed.) (2003) *The cognitive neurosciences*, MIT Press, Cambridge (MA).
3. BLACKMORE S. (2005) *Consciousness. A very short introduction.* Oxford. Per un'efficace introduzione al tema della coscienza: VELMANS M., SCHNEIDER S. (edd.) (2007) *The Blackwell Companion to Consciousness*, Blackwell Publishing Ltd, Oxford; ZELAZO P.D., MOSCOVITCH M., THOMPSON E. (2007) *The Cambridge Handbook of Consciousness*, Cambridge University Press, Cambridge.
4. BLOCK N. (2009) Comparing the major theories of consciousness, in M. GAZZANIGA (ed.) *The Cognitive Neurosciences*, MIT Press, pp. 1111-1122 (il testo di Block è disponibile on-line all'indirizzo *http://www.nyu.edu/gsas/dept/philo/faculty/block/papers/Theories_of_Consciousness.pdf.* Essendo prevista la pubblicazione del testo curato da Gazzaniga per Ottobre 2009, i nostri riferimenti saranno relativi a tale testo on-line).
5. BOLY M., PHILLIPS C., TSHIBANDA L., VANHAUDENHUYSE A., SCHABUS M., DANG-VU T., MOONEN G., HUSTINX R., LAUREYS S. (2008) Intrinsic brain activity in altered states of consciousness. How conscious is the default mode of brain function? *Ann.NY Acad. Sci.* 1129, 119-29.
6. BRUZZONE D. (2001 a) *Autotrascendenza e formazione*, Vita e Pensiero, Milano, p. 184-5.

7. BRUZZONE D. (2001 b) *Autotrascendenza e formazione*, Vita e Pensiero, Milano, p. 182.
8. BYRNE A. (1997) Some like it HOT: consciousness and higher-order thought, in *Philosophical Studies*, 86/2, 103-129; GENNARO R. (ed.) (2005) *Consciousness: essays from a higher-order perspective*, Oxford University Press, Oxford.
9. CHALMERS D. (1996) *The Conscious Mind*, Oxford University Press, Oxford.
10. CLAVELL L., PÉREZ DE LABORDA M. (2006 a) *Metafisica*, EDUSC, Roma, p. 44.
11. CLAVELL L., PÉREZ DE LABORDA M. (2006 b) *Metafisica*, EDUSC, Roma, p. 266.
12. COLEMAN M.R., TODD J.I.M., DAVIS M .H. ET AL (2007) Do vegetative patients retain aspects of language comprehension ? Evidence from fMRI. *Brain*, 130,2494-507.
13. COMMISSIONE TECNICO-SCIENTIFICA DEL MINISTERO DELLA SALUTE (14 Dicembre 2005, istituita con D.M. 12/09/2005). *Stato Vegetativo e Stato di Minima Coscienza*, Roma.
14. CONGREGAZIONE PER LA DOTTRINA DELLA FEDE, *Istruzione Dignitas Personae su alcune questioni di bioetica*, (2008). Dal sito internet: *http://www.vatican.va/roman_curia/congregations/cfaith/documents/rc_con_cfaith_doc_20081208_dignitas-personae_it.html.*
15. DI H. B., YU S. M., WENG X. C., LAUREYS S., YU D., LI J. Q., QIN P. M., ZHU Y. H., ZHANG S. Z., AND Y. Z. CHEN. (2007) Cerebral response to patient's own name in the vegetative and minimally conscious states. *Neurology*. 68, 895-899.
16. DOLCE G., SAZBON L. (2002) *The Post-traumatic Vegetative State.* Thieme, Stuttgart New York, pp 25-26.
17. FARISCO M. (2009) Identità violata. Manipolazione del corpo e alterazione dell'io, in: *Idee*, Anno XXII n. 64, pp. 119-130; id., Ai confini della coscienza. Libertà umana tra prima e terza persona, in: SIGNORE M., SCARAFILE G. (2009) *Libertà. Crisi e ripresa della coscienza morale*, Edizioni Messaggero, Padova.
18. FISICHELLA R. La pillola Ru486. Quando si banalizza la vita. Tratto da: *L'Osservatore Romano*, 1 agosto 2009.
19. FRANKL V.E. (1998) *Senso e valori per l'esistenza. La risposta della logoterapia.* Roma, Città Nuova Editrice, 2ª ed.
20. GIGLI G.L., VALENTE M. Qualità di vita e stato vegetativo. XI Assemblea Generale della Pontificia Accademia per la Vita, 2005. Dal sito internet: http://www.academiavita.org/template.jsp?sez=Pubblicazioni&pag=testo/qual_vita/gigli/gigli&lang=italiano
21. GIOVANNI PAOLO II (1990) Discorso di Giovanni Paolo II in occasione della V Conferenza Internazionale su «La Mente Umana» del 17 Novembre 1990, da: *http://www.vatican.va/holy_father/john_paul_ii/speeches/1990/november/documents/hf_jp* ii_spe_19901117_mente-umana_it.html.
22. GIOVANNI PAOLO II (2004) Discorso ai partecipanti al Congresso Internazionale "Life-sustaining treatments and Vegetative State: Scientific Advances and Ethical Dilemmas" del 20 marzo 2004, da: *L'Osservatore Romano* del 20-21 marzo 2004.
23. HENNING P. ET AL. (2005). Possible axonal regrowth in late recovery from the minimally conscious state. *J. Clin. Invest*, 116(7), 2005-2011. doi:10.1172/JCI27021.
24. KOH D.M., PADHANI A. R. (2006) Diffusion-weighted MRI: a new functional clinical technique for tumor imaging. *British Journal of Radiology*. 79, 633-635. doi: 10.1259/bjr/29739265.
25. LAUREYS S., GOLDMAN S., PHILLIPS C., VAN BOGAERT P., AERTS J., LUXEN A., FRANCK G. and MAQUET P. (1999) Impaired Effective Cortical Connectivity in Vegetative State: Preliminary Investigation Using PET. *NeuroImage* 9, 377–382. Article ID nimg.1998.0414, available on-line at *http://www.idealibrary.com.*
26. LAUREYS S., BOLY M, MAQUET P. (2006) Tracking the recovery of consciousness from coma *J.Clin. Invest*, jul., 116(7), 1823-5.
27. LOMBO J.A., RUSSO F. (2005) *Antropologia filosofica. Una introduzione.* EDUSC, Roma, p. 147 e p. 151-2.
28. MANISH M., VEENU S. (2007) *Persistent vegetative state.* Neurology. 68, 1635.
29. MORI S., VAN ZIJL P.C. (2002) Fiber tracking: principles and strategies - a technical review. *NMR Biomed.* 15,268-480.

30. THE MULTI-SOCIETY TASK FORCE ON PVS (1994) Medical aspects of the persistent vegetative state. *N Engl J Med.* May 26, 330(21), 1499-508.
31. NAGEL T. (1974) IL riferimento classico per tale prospettiva è T. Nagel, "What is it like to be a bat", in *The Philosophical Review* 83, 1974, pp. 435-50. L'articolo è reperibile on-line all'indirizzo *http://www.clarku.edu/students/philosophyclub/docs/nagel.pdf.*
32. OWEN A., COLEMAN M., LAUREYS S. (2006) Detecting awareness in the vegetative state. *Science*, 313, 1402.
33. PALAZZANI L. (1997) Persona e essere umano in bioetica e nel biodiritto. *Idee*, vol. 34/35, pp. 133-147. Dal sito internet: *http://siba2.unile.it/ese/issues/2/152/Ideev34-35p133-147.pdf*

Per un ulteriore approfondimento, si veda: PALAZZANI L. (1996) *Il concetto di persona tra bioetica e diritto.* Giappichelli, Torino.

34. RUSSO M.T. (2004) *Corpo, salute, cura. Linee di antropologia biomedica*, Rubbettino, Soveria Mannelli, p. 53.
35. SALVOLINI U. ET AL. (2000) Neuroradiologia dello stato vegetativo persistente? *Riv. di Neuroradiologia*, 13 (suppl. 2), 77-80.
36. SCHIFF N.D. (2006) Multimodal neuroimaging approach to disorders of consciousness. *J.Head Trauma Rehab.* Sep. 21(5), 388.
37. SGRECCIA E. (2007 a) *Manuale di bioetica. Vol. I, Fondamenti ed etica biomedica.* Vita e Pensiero. Milano, p. 842.
38. SGRECCIA E. (2007 b) *Manuale di bioetica. Vol. I, Fondamenti ed etica biomedica.* Vita e Pensiero. Milano, p. 71.
39. SODDU A., BOLY M., NIR Y., NOIRHOMME Q., VANHAUDENHUYSE A., DEMERTZI A., ARZI A., OVADIA S., STANZIANO M., PAPA M., LAUREYS S. AND MALACH R. (2009) S. Laureys et al. (Eds.) Reaching across the abyss: recent advances in functional magnetic resonance imaging and their potential relevance to disorders of consciousness. S. Laureys et al. (Eds.). *Progress in Brain Research*, Vol. 177. Chapter 18.
40. SPINELLI P. (7 aprile 2009) Alterazioni croniche della coscienza: c'è bisogno di chiarezza. *Il Giornale di Bioetica* (on line) *http://www.ilgiornaledibioetica.com/?p=536.*
41. XU J., RASMUSSEN I., LAGOPOULOS J., HÅBERG A. Diffuse Axonal Injury in Severe Traumatic Brain Injury Visualized Using High-Resolution Diffusion Tensor Imaging. *Journal of Neurotrauma.* May 2007, 24(5): 753-765. doi:10.1089/neu.2006.0208.
42. WITTGENSTEIN L. *Tractatus logico-philosophicus*, 6.52, Einaudi, Torino, 1983, p. 81.

QUALITÀ DI SISTEMA NELLE SCIENZE BIO-MEDICO-LEGALI