

*A tutti coloro che  
avrebbero voluto studiare  
ma non hanno potuto  
e  
a tutti coloro che  
vorrebbero studiare  
ma, ancora oggi, non hanno  
la libertà di farlo.*

# SOMMARIO

<b>INTRODUZIONE</b> .....	1
<b>CAPITOLO 1: SMALTO DENTALE</b> .....	3
<i>1.1 Amelogenesi</i> .....	4
<i>1.2 Struttura dello smalto</i> .....	6
<b>CAPITOLO 2: USURA DENTALE</b> .....	9
<i>2.1 Erosione</i> .....	9
<i>2.2 Abrasione</i> .....	11
<i>2.3 Attrito</i> .....	13
<i>2.4 Abfrazione</i> .....	14
<b>CAPITOLO 3: SBIANCAMENTO</b> .....	16
<i>3.1 Introduzione allo sbiancamento</i> .....	16
<i>3.2 Cenni storici</i> .....	17
<i>3.3 Colore</i> .....	19
<i>3.4 Discromie dentali</i> .....	23
<i>3.5 Tipologie di sbiancamento</i> .....	25
<i>3.5.1 Sbiancamento professionale</i> .....	26
<i>3.5.2 Sbiancamento domiciliare</i> .....	27
<i>3.5.3 Sbiancamento combinato</i> .....	29
<i>3.5.4 Sbiancamento con prodotti da banco</i> .....	30

<b>CAPITOLO 4: AGENTI SBIANCANTI</b> .....	35
<b>4.1 Perossido di idrogeno</b> .....	36
<b>4.2 Perossido di carbammide</b> .....	38
<b>4.3 Carbone attivo</b> .....	39
<b>4.4 Perlite</b> .....	41
<b>4.5 Blu di covarina</b> .....	41
<b>CAPITOLO 5: PARTE SPERIMENTALE</b> .....	43
<b>5.1 Obiettivi dello studio</b> .....	43
<b>5.2 Materiali e Metodi</b> .....	43
<b>5.3 Criteri di selezione e di ammissibilità</b> .....	43
<b>5.4 Estrazione dei dati</b> .....	44
<b>CAPITOLO 6: RISULTATI</b> .....	45
<b>6.1. Selezione delle pubblicazioni incluse</b> .....	45
<b>6.2 Sintesi dei risultati</b> .....	47
6.2.1 <i>Analisi dell'effetto abrasivo</i> .....	47
6.2.2 <i>Analisi dell'efficacia sbiancante</i> .....	49
6.2.3 <i>Analisi dell'efficacia sbiancante e dell'effetto abrasivo</i> .....	51
<b>CAPITOLO 7: DISCUSSIONE</b> .....	60

<b>CAPITOLO 8: CONCLUSIONI .....</b>	<b>65</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>67</b>
<b>SITOGRAFIA.....</b>	<b>73</b>
<b>RINGRAZIAMENTI.....</b>	<b>74</b>

## **INTRODUZIONE**

Negli ultimi decenni si è assistito ad un aumento esponenziale di richieste da parte di pazienti che hanno mostrato sempre di più il desiderio di migliorare il proprio sorriso affidandosi all'Odontoiatria estetica. Questo ramo dell'Odontoiatria ha lo scopo, tutelando comunque la salute orale, di eseguire specifici trattamenti per correggere difetti e imperfezioni del sorriso, rendendolo armonico sia strutturalmente che esteticamente. In particolare, da quest'ultimo punto di vista, il colore dei denti è uno dei principali fattori che possono esaltare la bellezza della bocca.

Tra queste procedure rientrano anche il trattamento ortodontico, quello implantare, l'applicazione di faccette dentali e lo sbiancamento dentale. Quest'ultimo può essere eseguito in tre modalità: professionale, domiciliare e con prodotti da banco. I prodotti sbiancanti da banco come, ad esempio, dentifrici, collutori ma anche strisce adesive sono facilmente reperibili poiché non richiedono alcuna prescrizione medica.

Alcuni ricercatori hanno studiato gli effetti dei diversi trattamenti sbiancanti sulla struttura del dente e sulla microstruttura dello smalto. Dalle evidenze scientifiche è emerso che le diverse procedure di sbiancamento possono causare

cambiamenti sulla struttura superficiale del dente e indurre una maggiore sensibilità [1].

Pertanto, questa Tesi di Laurea, attraverso un'accurata revisione della letteratura, mira a valutare il potenziale sbiancante dei dentifrici, contenenti diversi principi attivi, con particolare attenzione al potenziale effetto abrasivo sullo smalto.

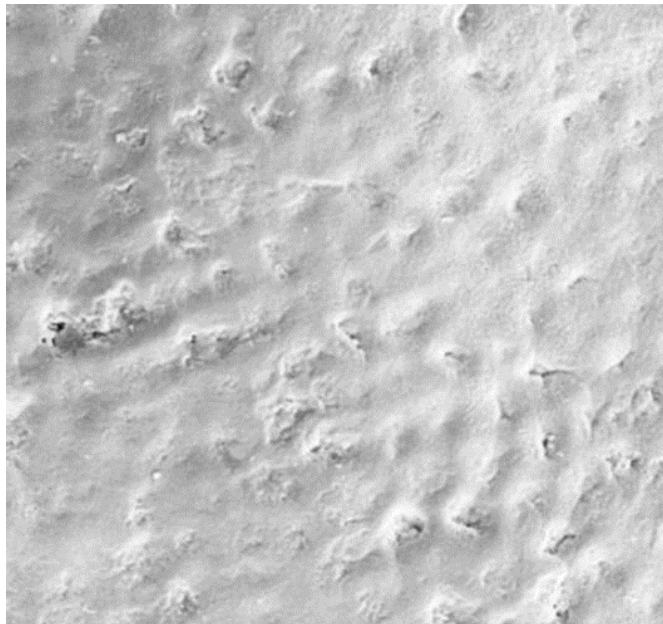
## CAPITOLO 1: SMALTO DENTALE

I denti (dal latino *dentes*) sono strutture che si trovano all'interno del cavo orale e sono ancorati alle ossa mascellari per mezzo del legamento parodontale. Il dente possiede una morfologia tale per cui esercita una specifica funzione di distribuzione e di scarico di forze che arrivano alla radice partendo dal lato oclusale della corona e che, tramite il legamento parodontale, sono trasmesse alle ossa mascellari sottostanti. Osservando un dente dall'esterno, si distinguono tre parti anatomiche:

- *Corona*: è la porzione visibile del dente che emerge dalla gengiva ed è ricoperta dallo smalto dentale, un tessuto biancastro, altamente resistente, mineralizzato e che rappresenta l'oggetto dello sbiancamento;
- *Radice*: è la porzione di dente ancorata all'osso alveolare mediante il legamento parodontale; è ricoperta dal cemento e al suo interno si trovano i canali radicolari che ospitano vasi sanguigni e nervi;
- *Colletto dentale*: è la linea di demarcazione che suddivide la zona della corona da quella della radice.

Lo smalto, la dentina e il cemento costituiscono i tessuti duri dentari; in questo studio, l'oggetto di attenzione sarà lo smalto dentale perché è il tessuto maggiormente interessato dall'azione dei prodotti sbiancanti.

Lo smalto dentale è il tessuto più duro e mineralizzato del corpo umano, esposto all'ambiente orale; è composto da sostanza acellulare, avascolare e calcificata; costituisce un rivestimento protettivo ed isolante che ricopre la corona dentale e difende da stress fisici, chimici e termici i tessuti sottostanti quali la dentina e la polpa, ossia un tessuto vitale molle, fortemente innervato e vascolarizzato, racchiuso nella dentina stessa [2,3] (*Figura 1*).



*Figura 1: Struttura micromorfologica dello smalto dentale ottenuta mediante Microscopia Elettronica a Scansione (SEM) [4].*

### ***1.1 Amelogenesi***

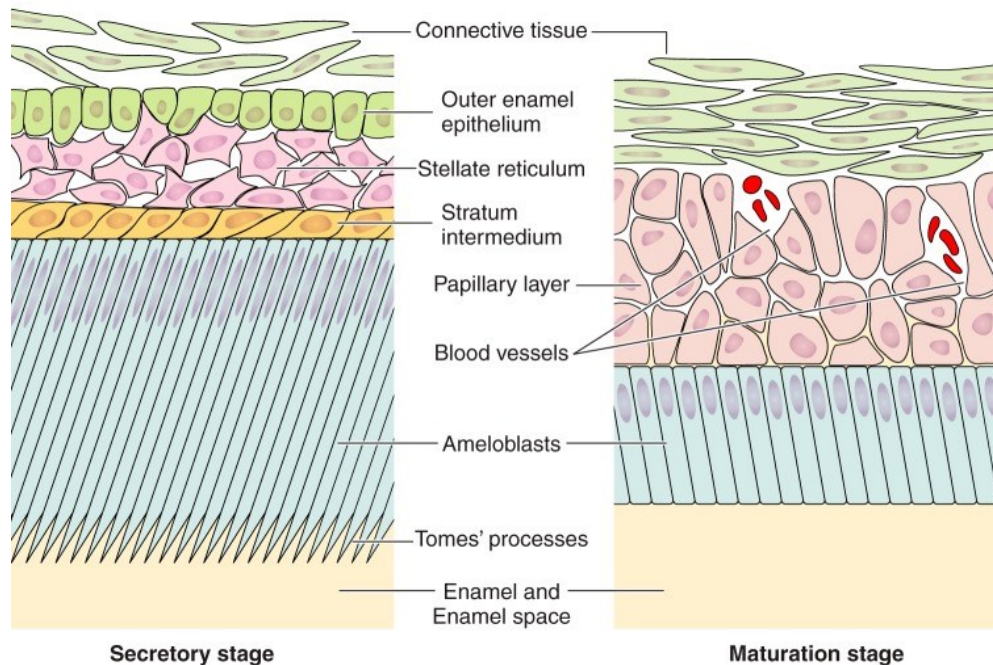
Lo smalto dentale è prodotto da una popolazione cellulare di origine ectodermica, di forma cilindrica, definita “ameloblasti”; essi secernono una matrice organica che, maturando, subisce una mineralizzazione, conferendo al tessuto circostante la tipica durezza della struttura definitiva costituitasi.



L'amelogenesi è il processo che porta alla formazione dello smalto e consta di tre fasi sequenziali (*Figura 2*):

- *Fase di secrezione*: è caratterizzata dalla sintesi e dalla secrezione di proteine per opera degli ameloblasti; le proteine, in particolare ameloblastina, enamulina ed amelogenina, andranno a costituire la matrice organica dello smalto. Tali ameloblasti secretori hanno la caratteristica di possedere dei prolungamenti citoplasmatici conici detti “processi di Tomes”; da ogni “processo di Tomes” originerà un prisma dello smalto. È in questa fase che prende inizio la formazione dei precursori dei cristalli dello smalto che, allo stato attuale, si presenta ancora in forma organica, quindi morbida [5].
- *Fase di transizione*: è una breve fase caratterizzata da importanti cambiamenti quali la perdita del processo secretorio di Tomes e l'accorciamento delle cellule ameloblastiche [6].
- *Fase di maturazione*: è caratterizzata da un accrescimento importante dei cristalli che rendono lo smalto resistente, duro e con una buona mineralizzazione grazie al trasporto ionico, alla regolazione del pH e alle proteine della matrice; al termine di questa fase gli ameloblasti vanno incontro ad apoptosi [7].

Lo smalto dei denti erotti è un tessuto privo di cellule e presenta pertanto delle limitate capacità di riparazione [8].



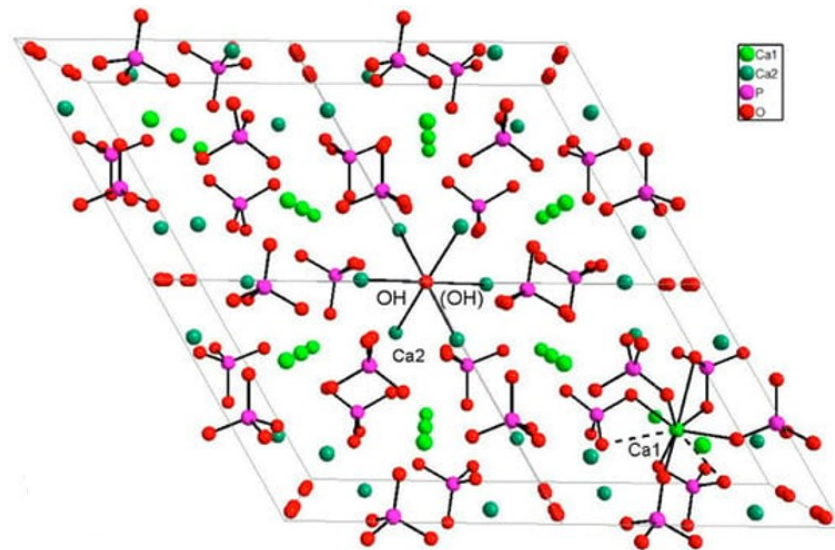
*Figura 2: Stadi di formazione dello smalto [2].*

## **1.2 Struttura dello smalto**

L'unità base dello smalto è il cristallo di idrossiapatite, rappresentato dalla formula chimica  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$  [9] (Figura 3).

La struttura dello smalto è costituita da [10]:

- 95% da componente inorganica, in particolare fosfato di calcio cristallizzato in idrossiapatite;
- 1% da componente organica;
- restante 4% da acqua.



**Figura 3:** *Struttura molecolare dell'idrossiapatite [11].*

L'idrossiapatite è formata dall'assemblaggio di cristalli (larghi 60-70 nm e spessi 25-30 nm) disposti parallelamente tra loro con un andamento ondulato ma perfettamente ordinati secondo una simmetria esagonale e costituiscono i cosiddetti “prismi esagonali dello smalto”, i quali, estendendosi dalla giunzione amelo-dentinale fino alla superficie del dente, occupano lo smalto nell'interezza della sua struttura. Lo smalto non ha uno spessore uniforme in tutta la corona del dente ma risulta essere più spesso e più duro a livello delle cuspidi e dei margini incisali, assottigliandosi in prossimità del colletto, perdendo in durezza.

Tra le proprietà dello smalto sono decisamente rilevanti la tenacità, la resilienza fisica e la notevole durezza derivanti non solo dalla disposizione dei cristalli di idrossiapatite e dalla loro significativa concentrazione ma anche dalla presenza

di amelogenine ed enameline: le prime sono proteine che posseggono abbondanti quantità di prolina e istidina e si perdono durante la fase di maturazione, le seconde sono proteine dello smalto duro contenenti copiose quantità di serina, di glicina e di acido aspartico [9,12].

## **CAPITOLO 2: USURA DENTALE**

Lo smalto è il primo elemento del dente soggetto a perdita di tessuto durante la vita, sia per eventi metabolici della placca batterica sia perché tale perdita può essere imputata ad una qualsiasi combinazione del processo di usura. L'usura dentale è un processo legato non solo ad una situazione tipica e fisiologica dell'incedere della senescenza ma è anche un fenomeno la cui eziologia presenta un carattere di tipo multifattoriale, causa la perdita dei tessuti duri del dente ed è localizzata massimamente nelle superfici occlusali e cervicali; i principali meccanismi che generano questo tipo di lesione sono: l'erosione, l'abrasione, l'attrito e possibilmente l'abfrazione [13,14].

### ***2.1 Erosione***

L'erosione dentale è un processo che origina una perdita progressiva ed irreversibile dei tessuti duri del dente a seguito dell'interazione chimica per mezzo di sostanze acide (*Figura 4*); le tipologie di agenti acidi che aggrediscono il tessuto del dente sono sostanze endogene (intrinseche) o sostanze esogene (estrinseche); l'erosione dentale non è di origine batterica e non è nemmeno direttamente associata a fattori traumatici o meccanici o processi cariosi [15].

Le lesioni erosive possono essere di carattere:

- *patologico* come, ad esempio, la Malattia da Reflusso Gastro Esofageo (MRGE) o disturbi del comportamento alimentare con vomito auto-indotto [16,17];
- *viziato-alimentare* come, ad esempio, l'abuso di alcol, l'utilizzo di sostanze stupefacenti, la consumazione eccessiva e reiterata di prodotti con pH acido quali agrumi, succhi di frutta, salse, yogurt, ecc.;
- *farmacologico* dovuto, ad esempio, all'assunzione di medicinali a base di acido acetilsalicilico o ferro.

Le conseguenze più severe delle erosioni dentali causano problematiche legate all'ipersensibilità, a complicanze pulpari, ad alterazioni disfunzionali relative alla fonetica e alla masticazione e a conseguenze evidenti di carattere estetico, come, ad esempio, un aumento della traslucenza dovuta ad una riduzione dello spessore dello smalto [17,18].

A volte un'erosione può dipendere anche dall'utilizzo inadeguato non solo di prodotti sbiancanti non professionali ma anche da una procedura eseguita in maniera impropria.



*Figura 4: Erosione dentale (1).*

## **2.2 Abrasione**

L'abrasione è un processo dovuto allo sfregamento meccanico esercitato sulla superficie del dente ad opera di un agente fisico, a prescindere dall'occlusione (*Figura 5*). È infatti provocata da un contatto forzoso di un oggetto estraneo come può essere uno stuzzicadenti, una pipa, una penna biro, un fermaglio, un chiodo o altri oggetti metallici, tenuti tra i denti per consuetudine e, in tal caso, si evidenziano aree di abrasioni generalizzate sulla superficie dei denti all'interno del cavo orale.

La causa principale è dovuta alle scorrette manovre di igiene orale domiciliare che espongono la superficie dentale a tecniche di spazzolamento errate individuabili secondo i seguenti criteri:

- pressione manuale esagerata impressa sulla superficie dentale;

- spazzolamento di tipo orizzontale anziché verticale;
- utilizzo di uno spazzolino da denti con setole dure, lesive, a punta e di materiale inadatto;
- dentifrici, anche contenenti agenti sbiancanti, con un elevato RDA (indice di abrasività) la cui scala di valori secondo l'American Dental Association prevede un'alta abrasività con  $RDA > 90$ , una media abrasività con  $50 < RDA < 90$  e una bassa abrasività con  $RDA < 50$  [19].

L'insieme di queste pratiche scorrette comporta che, ad essere più soggetti a questo tipo di lesioni, siano i denti dell'arcata superiore rispetto a quelli dell'arcata inferiore [20]; allo stesso modo i denti incisivi, canini e premolari possono manifestare una maggior presenza di abrasione, a livello vestibolare, in corrispondenza delle zone cervicali. Queste lesioni sono oggettivamente riconoscibili in quanto si presentano con un aspetto a cuneo o sotto forma di cavità ad "U" in cui le superfici dentali risultano lisce, lucide e mostrano una colorazione variabile dal giallo al marrone a causa della produzione di dentina secondaria di riparazione.





*Figura 5: Abrasione dentale (2).*

### **2.3 Attrito**

L'attrito è un processo di usura di tipo fisiologico o patologico che avviene su base meccanica ed è dovuto al reiterato contatto tra i denti opposti o antagonisti; inoltre genera superfici traslucide e porta alla formazione di dentina di riparazione a seguito dell'esposizione dei tubuli dentinali e favorisce la predisposizione allo sviluppo dell'ipersensibilità dentinale [21].

L'attrito fisiologico comporta una perdita costante di sostanza dentaria in cui i primi a subire l'azione sono i denti incisivi, seguiti poi dalle superfici occlusali dei denti molari, fino ad arrivare alle cuspidi palatali dei denti mascellari e a quelle vestibolari dei denti mandibolari: i punti di contatto si trasformano in vere e proprie aree di contatto. L'attrito patologico può derivare, invece, da

anomalie occlusali, da bruxismo, da consuetudini viziate, da amelogenesi imperfetta o anche da dentinogenesi imperfetta (*Figura 6*).



*Figura 6: Lesioni dello smalto da attrito (3).*

## ***2.4 Abfrazione***

L'abfrazione è un processo meccanico-chimico in cui all'eccessivo carico occlusale si addiziona la componente acida erosiva che facilita l'usura dello smalto relativa alla zona cervicale, creando microlesioni. Queste lesioni sono causate da forze eccessive impresse trasversalmente al dente, tali da generare delle fratture cervicali dello smalto, a livello del colletto dentale, permettendo l'ingresso di acqua e molecole ed impedendo la riformazione dei legami chimici tra i cristalli di idrossiapatite (rotti dallo stress tensionale) quando il carico occlusale anomalo viene rimosso [22,23] (*Figura 7*).



*Figura 7: Abfrazione dentale (4).*

Relativamente quindi all'usura dentale, è evidente che essa possa generare un ventaglio di disagi, più o meno invalidanti, riguardanti, ad esempio, l'ipersensibilità dentinale a variazioni termiche, causando un dolore, breve e acuto, anche generalizzato, dovuto all'esposizione della dentina; oppure concernono le difficoltà alla masticazione e alla possibile alterazione di equilibrio tra le due arcate con danni articolari, causate dall'accorciamento dei denti; in aggiunta, merita un'attenzione altrettanto importante il visibile ingiallimento dei denti che, non solo sottintende una ripercussione patologica, ma determina una condizione di sofferenza sociale che può influenzare negativamente la vita quotidiana di una persona.

## **CAPITOLO 3: SBIANCAMENTO**

Prendersi cura del proprio sorriso permette agli individui di sviluppare una migliore considerazione di sé stessi. La branca dell'Odontoiatria estetica si occupa di correggere i difetti e le imperfezioni del sorriso rendendolo armonico e piacevole da vedere.

Il sorriso, considerato espressione della felicità, è rappresentato dallo "Smile", ideato intorno agli anni '60 dall'artista statunitense Harvey Ball a cui fu commissionato il compito di realizzare un disegno per ridare vitalità ai lavoratori che stavano vivendo un periodo di sofferenza economica. Ball riuscì a risollevarne il morale dei dipendenti, strappando loro un sorriso, semplicemente guardando la "faccina gialla sorridente" appesa, sotto forma di poster, ai muri del luogo di lavoro. Lo "Smile", in brevissimo tempo, diventò l'emblema universalmente riconosciuto del sorriso e dell'allegria.

Avere un bel sorriso equivale, infatti, a presentarsi con un buon biglietto da visita, in cui il ruolo del protagonista è interpretato dai denti.

### ***3.1 Introduzione allo sbiancamento***

Il sorriso è diventato simbolo di bellezza e di salute e lo sbiancamento, oggi, è uno dei trattamenti odontoiatrici maggiormente desiderato dal pubblico tanto che si sta diffondendo sempre più rapidamente, rappresentando una possibile soluzione alla correzione delle discromie dentali.

Esistono tre categorie di prodotti sbiancanti: quelli professionali, quelli domiciliari e quelli da banco. Essi differiscono relativamente al principio attivo e alla concentrazione, alla modalità di applicazione e ai tempi di posa. Nonostante ci sia una numerosa varietà di principi attivi sbiancanti, il perossido d'idrogeno risulta essere uno degli agenti ossidanti più impiegati nel trattamento che agisce degradando i composti organici e correggendo le discromie dentali. L'effetto collaterale più comune è l'ipersensibilità dentinale post trattamento e, ad oggi, la ricerca è assiduamente volta a trovare soluzioni per limitare gli effetti indesiderati [24].

Prima di qualsiasi tipologia di sbiancamento, il professionista visiterà il paziente e stabilirà se sia idoneo a sottoporsi al trattamento: infatti, in caso di sensibilità dentale o in presenza di carie, è necessario preventivamente curare tali patologie e sottoporre il paziente a sedute di igiene orale. Oggetto dello sbiancamento sono solo ed esclusivamente denti naturali e non denti artificiali poiché i materiali impiegati, ad esempio, nelle corone protesiche, nelle faccette dentali e nelle otturazioni non permettono all'agente chimico di penetrare all'interno.

### ***3.2 Cenni storici***

È curioso sapere che già ai tempi dell'Antico Egitto si realizzava lo sbiancamento dentale mediante la combinazione di carbonato di potassio e luce

solare e che, anche nell'Impero Romano, si realizzava lo stesso trattamento utilizzando composti naturali basati su cera ai fini di ottenere una maggiore lucentezza dei denti.

Per sottolineare l'importanza che lo sbiancamento ha sempre avuto nel corso dei secoli è significativo ricostruire una cronistoria rappresentativa della sua evoluzione a partire dai tempi antichi [25]:

- *Antico Egitto*: Carbonato di potassio ( $K_2CO_3$ ) e luce solare
- *Antichi Romani*: Composti naturali basati su cera
- '300: Acido nitrico ( $HNO_3$ ) e fili metallici
- '700: Carbonato di potassio ( $K_2CO_3$ ) e acido lattico ( $C_3H_6O_3$ )
- '800: Acido ipocloroso ( $HClO_3$ ); Perossido di idrogeno ( $H_2O_2$ ) ed elettricità
- *Prima metà del '900*: Perossido di idrogeno 30% ( $H_2O_2$ ) e acqua distillata (Superoxol) attivati da calore; soluzione satura di Perborato di sodio ( $NaBO_3$ ) e Perossido di idrogeno ( $H_2O_2$ ) + Superoxol + fonte di calore
- *Seconda metà del '900*: Perborato di sodio ( $NaBO_3$ ) e acqua utilizzati in denti devitalizzati; radicale perossido proveniente dalla dissociazione alcalina del Perossido di idrogeno ( $H_2O_2$ ); Perossido di carbammide ( $CH_6N_2O_3$ )

### ***3.3 Colore***

Il colore consiste in una percezione visiva, frutto dell'interazione tra la sorgente di luce, ossia una radiazione elettromagnetica, e l'oggetto d'indagine che, in questo caso, è rappresentato dai tessuti duri del dente. Il colore è acquisito, e poi elaborato a livello cerebrale, dall'organo visivo umano, l'occhio, che percepisce solo il cosiddetto "spettro del visibile" cioè una limitata fascia di lunghezze d'onda comprese tra 380 nm e 760 nm. La sorgente luminosa emette un fascio di luce che colpisce il campione: la quantità di luce, non assorbita ma riflessa, verrà captata dalla retina dell'occhio, in cui risiedono fotorecettori (coni e bastoncelli) che trasformano le radiazioni luminose in impulsi elettrici, successivamente elaborati dal cervello.

Il colore dei denti è definito geneticamente e le sfumature di colore si avvicinano al giallo nel settore in cui traspare la dentina, dovuta alla sottigliezza dello smalto mentre si avvicinano al bianco-bluastro quando lo spessore dello smalto è maggiore (sette incisale). Il colore dei denti può essere modificato da una serie di fattori esterni quali abitudini errate come il fumo, l'assunzione di farmaci o di alimenti o bevande particolarmente cromogeni (thè, caffè, vino rosso, betel, liquirizia, ecc.) che ne alterano il loro tono naturale.

Al fine di attenuare o schiarire le discromie è possibile è ricorrere all'utilizzo di prodotti sbiancanti che influenzano il colore del dente mediante

un'interazione chimica; gli agenti sbiancanti, i più comuni tra i quali sono il perossido di idrogeno o il perossido di carbammide, rilasciano radicali liberi dell'ossigeno che rompono le molecole organiche, presumibilmente per un processo di ossidazione, penetrano nello smalto raggiungendo la dentina ed elaborano così dei composti più chiari. Il tempo di azione a partire dall'applicazione, in cui inizia a verificarsi il cambiamento cromatico del dente, è di circa 5 minuti [26,27].

Specificatamente, le sostanze a base di perossido di idrogeno prevedono un breve tempo di applicazione che varia dai 30 ai 60 minuti e sono caratterizzate da un pH pari a 5.0 (con un valore di pH inferiore a 5.0 si supera la soglia critica per lo smalto, principiando lo sviluppo del processo carioso), mentre le sostanze a base di perossido di carbammide sono state programmate per un tempo di applicazione più lungo e sono attive fino a dieci ore: entro le prime due ore si rilascia circa la metà di perossido e, data la presenza di urea nella sua composizione, il valore del pH non scende al di sotto della soglia critica e quindi il paziente avrà meno rischio di incorrere nella carie [28].

Il croma dello smalto cambia notevolmente anche in relazione al suo spessore, combinato al grado di traslucenza del tessuto: la mineralizzazione e la traslucenza sono due grandezze direttamente proporzionali cioè all'aumentare della mineralizzazione dello smalto, aumenta conseguentemente la traslucenza



tanto che, anche un impercettibile cambiamento nel grado di mineralizzazione del tessuto dello smalto, può indurre una variazione cromatica, oltre che ad un aumento della porosità dello smalto stesso.

Il colore dei denti è determinato da una combinazione di proprietà ottiche: nel momento in cui la radiazione elettromagnetica incontra la superficie dell'elemento dentale, si verificano eventi di trasmissione regolare della luce attraverso il dente, eventi di riflessione regolare e diffusa della luce sulla sua superficie ed eventi di assorbimento e diffusione della luce all'interno dei tessuti dentali.

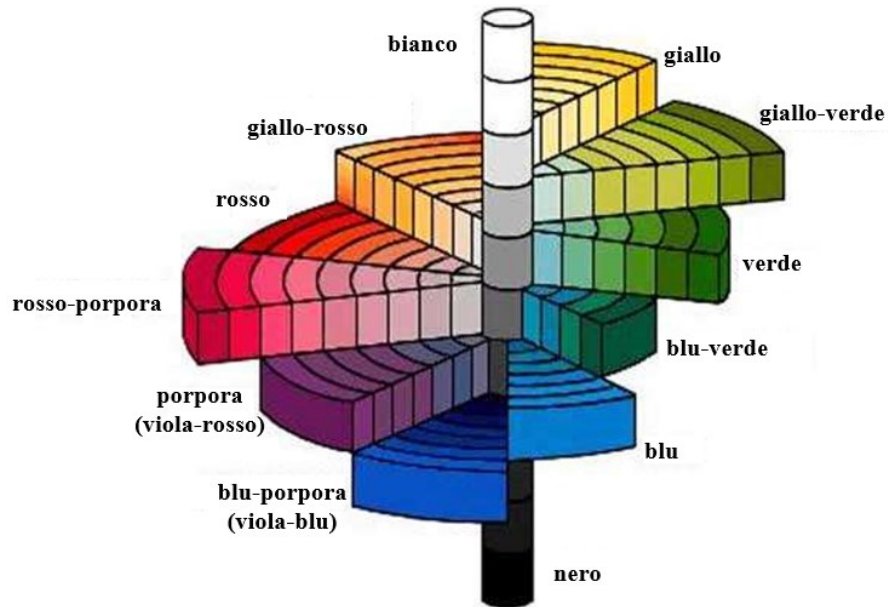
Il risultato predominante di questa combinazione è il colore “non-bianco”, determinato dal coefficiente di assorbimento dei tessuti dentari e dalla lunghezza del percorso di assorbimento [29].

L'Odontoiatria estetica per l'individuazione del colore si avvale di un modello tridimensionale, sviluppato alla fine dell'800 dal sistema Munsell (*Figura 8*).

Le tre dimensioni sono [29]:

- *la tonalità*, ossia ciò che rende il colore attribuibile ad una determinata famiglia di colori;
- *il croma*, ossia il grado di saturazione del colore base che rappresenta l'intensità del colore ed è descritto anche come vividezza;

- *il valore*, che definisce il grado di luminosità del colore base in cui il nero puro rappresenta la luminosità minima mentre il bianco puro rappresenta la luminosità massima.



**Figura 8:** Modello Munsell (5).

Per stabilire il colore di un dente, tradizionalmente, si confronta la sua sfumatura visiva con una scala cromatica di colori standard ossia una palette di campioni dentali in ceramica o in materiale sintetico [30] (Figura 9).



**Figura 9:** Scala Vita (6).

Ecco perché, ogni qualvolta ci troviamo di fronte al sorriso di una persona, soprattutto se ha fatto ricorso all'utilizzo di prodotti sbiancanti, si potrà avere la percezione di un sorriso più o meno luminoso.

### ***3.4 Discromie dentali***

Lo smalto del dente può presentare un'alterazione del suo colore fisiologico che determina un sorriso poco gradevole e può far insorgere disagi di natura estetica alla persona. Si parla quindi di macchie dentali o di discromie dentali quando variazioni del colore dello smalto dei denti lo rendono visivamente non uniforme; questa alterazione può presentarsi o su tutto il dente o in maniera disomogenea. Le discromie si differenziano in base all'origine e si suddividono in [31]:

- *Intrinseche*, quando dipendono dallo sviluppo del dente durante il periodo di formazione e di maturazione dello stesso;
- *Estrinseche*, quando dipendono da agenti esterni al dente;
- *Macchie da colorazione internalizzata*, quando la struttura dentale, affetta da anomalie legate a difetti dello smalto, assorbe un pigmento estrinseco [32].

Più precisamente, si parla di discromie intrinseche quando il colore dipende da una variazione nella composizione o nello spessore della struttura dei tessuti duri del dente e, anche quando, dipende dalla capacità dello smalto e della

dentina di diffondere ed assorbire la luce; fattori sistemici e patologie metaboliche incidono sull'alterazione della dentizione e, conseguentemente, incidono anche sulla manifestazione di pigmentazioni intrinseche tra cui l'amelogenesi imperfetta, la fluorosi, l'emorragia pulpare, la dentinogenesi imperfetta, l'ipoplasia dello smalto, il riassorbimento radicolare e le macchie da tetracicline (*Figura 10*).



***Figura 10: Fluorosi dentale (7).***

Si parla di discromie estrinseche quando la colorazione del dente vira a seguito dell'adsorbimento da parte dello smalto ad opera di agenti cromogeni che colpiscono quindi la superficie del dente (*Figura 11*); le cause di tali discromie possono essere di origine diretta o indiretta: diretta, quando i composti che si trovano nella pellicola acquisita producono un pigmento che riflette la loro colorazione base (tabacco, bevande, alimenti); indiretta, quando i composti

inducono una pigmentazione a seguito di interazioni chimiche con la superficie del dente (come la clorexidina) [33,34].



*Figura 11: Discromia estrinseca [35].*

Si parla, invece, di macchie da colorazione internalizzata quando le sostanze cromogene hanno accesso alla struttura dentale tramite i difetti dello smalto a seguito di usura e/o carie dentali, recessione gengivale e materiali da restauro [36].

### ***3.5 Tipologie di sbiancamento***

Attualmente, le tecniche per lo sbiancamento dei denti sono quattro:

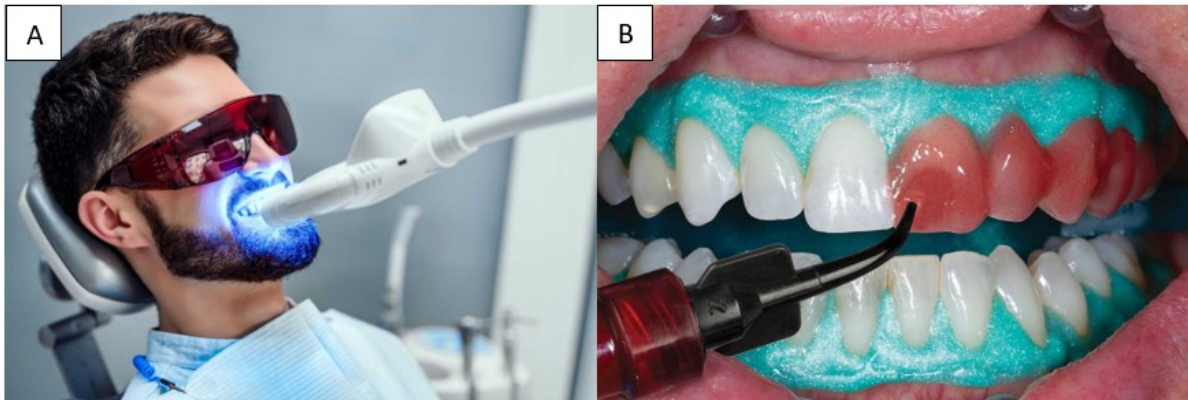
- lo *sbiancamento professionale*;
- lo *sbiancamento domiciliare*;
- lo *sbiancamento combinato*;
- lo *sbiancamento con prodotti da banco*.

### 3.5.1 Sbiancamento professionale

Lo sbiancamento professionale definito “in-office bleaching” viene eseguito in ambulatorio: il paziente si affida alle competenze del professionista che, prima di eseguire il trattamento, scatterà alcune fotografie utili per valutare il pre e il post; si assicurerà che i tessuti molli siano protetti ed isolati con la diga di gomma o con la diga liquida; successivamente, si accingerà a stendere il prodotto sbiancante, come può essere il perossido di idrogeno, per un tempo che varia dai 20 ai 60 minuti in base alla concentrazione del prodotto e alla posologia indicata dalla casa produttrice. Alcune aziende, relativamente a specifici prodotti sbiancanti, richiedono anche la decomposizione catalitica tramite calore o luce generata da lampade ad arco al plasma, da lampade alogene e da laser diodo ad emissione di luce al fine di consentire la fotoattivazione dello sbiancante ed accelerarne l'effetto [37–40] (*Figura 12*).

È un metodo più sicuro perché il professionista ha il controllo dell'intero processo, richiede una minima compliance da parte del paziente e i risultati sono immediatamente visibili [41,42].

Gli svantaggi sono, invece, rappresentati dai costi elevati, dai tempi di seduta e dall'eventuale comparsa di effetti indesiderati come l'ipersensibilità dentinale [43].



*Figura 12: A, rappresentazione in-office bleaching; B, applicazione del prodotto sbiancante (8).*

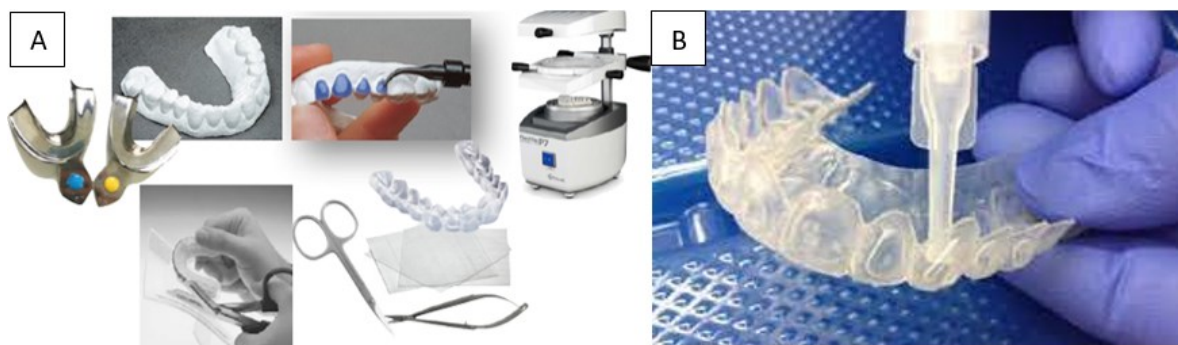
### *3.5.2 Sbiancamento domiciliare*

Lo sbiancamento domiciliare definito anche “at-home bleaching” prevede lo sbiancamento con prodotti a più bassa concentrazione di perossido di idrogeno e di perossido di carbammide, rispetto all’ “in-office bleaching”, ma è sempre comunque supervisionato dal professionista, il quale, ad ogni visita di richiamo, controlla l’efficacia del trattamento che, in questa modalità, è eseguito a casa dal paziente stesso. Questa tecnica di sbiancamento prevede l’uso di una mascherina individuale in cui si inserisce lo sbiancante (10-20% di perossido di carbammide che equivale al 3,5-6,5% di perossido di idrogeno) [44]; il paziente, in base alla sua disponibilità di tempo, sceglie quando indossare le mascherine e per quanto tempo: lo sbiancamento notturno consente di applicare lo sbiancante per un tempo maggiore, riducendo il numero di applicazioni, mentre lo sbiancamento diurno prevede l’applicazione del gel per un tempo

minore, aumentando chiaramente il numero di applicazioni. La procedura si svolge prendendo le impronte delle arcate dentali del paziente per costruire le mascherine personalizzate, previo rilevamento fotografico della dentizione del paziente stesso al fine di confrontare i risultati ottenuti post trattamento. Successivamente, l'igienista dentale fornisce al paziente le mascherine in acetato, il gel sbiancante in siringhe e lo istruisce accuratamente sulle modalità d'uso e programma le visite di controllo per monitorare l'andamento (*Figura 13*).

Questo metodo presenta il vantaggio dell'auto-somministrazione da parte del paziente, a cui è richiesta però una maggiore e fondamentale compliance attiva, che spesso viene a mancare e quindi tale tecnica soffre di elevati tassi di abbandono e anche il costo, relativamente più moderato, rappresenta un criterio di preferenza non indifferente; tra gli effetti collaterali, potrebbe manifestarsi una moderata sensibilità dentale. È un metodo paragonabile, in termini di efficacia e anche di sicurezza, a quello "in-office bleaching" con la differenza che l'effetto sbiancante non si ottiene in un'unica seduta [45].





**Figura 13:** *Sbiancamento dentale domiciliare. A, Preparazione delle mascherine individuali; B, Applicazione del prodotto sbiancante (9).*

### 3.5.3 Sbiancamento combinato

Questa procedura si consiglia al paziente in presenza di discromie dentali importanti come, ad esempio, quelle indotte da tetracicline, in cui il solo “in-office bleaching” o il solo “at-home bleaching” non forniscono risultati soddisfacenti. La procedura si svolge in due fasi: la prima fase “in-office bleaching” in cui il professionista applicherà il prodotto sbiancante ad una concentrazione variabile, a seconda della tonalità del dente da schiarire, e la letteratura riporta che il titolo di perossido di idrogeno raccomandato è del 35%; nella seconda fase “at-home bleaching” verranno consegnate al paziente le mascherine personalizzate con le siringhe di perossido di carbammide, concentrato al 10%, 15%, 20% come indicato dalla letteratura [46]. A sostegno del trattamento di sbiancamento combinato, la letteratura scientifica riporta che, con questa tecnica, è possibile ottenere un aumento dello sbiancamento dei

denti rispetto a quello ottenuto esclusivamente “in-office bleaching” [47] ma, come avvallato ugualmente dalla letteratura, si può verificare un’ipersensibilità dentinale di maggiore intensità rispetto a quella unicamente ambulatoriale [43].

#### *3.5.4 Sbiancamento con prodotti da banco*

Questa tecnica è utilizzata per cercare di migliorare il colore dei propri denti in autonomia, senza monitoraggio professionale: infatti, i prodotti da banco sono disponibili in tutte le farmacie senza necessità di prescrizione medica e, allo stesso tempo, sono reperibili facilmente anche presso qualsiasi supermercato. Ogni prodotto presenta la propria composizione, specifici tempi di applicazione e di durata del trattamento [44].

Questi prodotti da banco si presentano sotto forma di strisce sbiancanti, gel e vernici, collutori sbiancanti, dentifrici sbiancanti, filo interdentale sbiancante, chewing gum sbiancanti e spazzolini sbiancanti (*Figura 14*).

- *Le strisce sbiancanti* hanno come agente attivo principalmente il perossido di idrogeno, in diverse concentrazioni; sono delle sottili strisce flessibili ed adesive, in polietilene, rivestite con gel sbiancante e applicate direttamente sulle superfici dei denti [48]. Solitamente, chi ricorre alle strisce sbiancanti inizia il trattamento senza prima consultare il proprio dentista di fiducia, ignorando i possibili effetti avversi: ad esempio, le strisce potrebbero generare irritazioni gengivali, interferire

con i modelli di linguaggio e, in presenza di denti mal posizionati, potrebbero non aderire perfettamente [49];

- *I gel o vernici* sono prodotti sbiancanti privi di barriere che presentano perossido di idrogeno o perossido di carbammide in una sospensione che viene spazzolata da un applicatore sulla superficie del dente e che aderisce allo smalto. La sospensione è applicata sulla superficie secca del dente mediante l'ausilio di uno spazzolino: essa formerà un film aderente allo smalto che rilascerà gradualmente il perossido nel dente. Questo prodotto ha conquistato favorevolmente il consumatore poiché egli deve semplicemente stendere un sottile strato di gel, tramite un applicatore apposito, esattamente come se applicasse lo smalto sulle unghie delle dita; in più, questa metodologia consente di coinvolgere un numero illimitato di denti, indipendentemente dalla loro posizione nell'arcata. Sebbene molto popolare, questa tecnica potrebbe non soddisfare le aspettative di sbiancamento da parte del consumatore a causa di un ridotto tempo di contatto tra il gel e la superficie dentale e, inoltre, la presenza di un pennellino applicatore riutilizzabile, custodito nel prodotto gel stesso, potrebbe portare a contaminazione microbica, non essendo monouso: è per questo che alcune case produttrici

inseriscono nella confezione di tali prodotti da banco applicatori usa e getta [50];

- *I collutori sbiancanti* sono composizioni liquide e acquose che, contenendo perossido di idrogeno a bassa concentrazione (1,5%) ed esametafosfato di sodio, contribuiscono a prevenire lo sviluppo di nuove macchie dentali superficiali e allo stesso tempo controllano chimicamente la formazione di placca [51];
- *I dentifrici sbiancanti* sono dei preparati creati appositamente per ripristinare il colore dei denti rendendolo più chiaro contrastando il fenomeno di macchie e di denti ingialliti; nella loro composizione principalmente si annoverano il perossido di idrogeno o il perossido di carbammide che, in qualità di componenti attivi, scompongono le molecole organiche della pellicola biologica [52]. Inoltre, con la presenza di componenti abrasivi come la silice, il fosfato bicalcico diidrato e l'allumina sono in grado di promuovere la rimozione delle macchie estrinseche superficiali e tanto più è elevata la quantità di abrasivi tanto maggiore sarà la capacità sbiancante. L'abrasività del dentifricio, per evitare che lo smalto e la dentina sottostanti siano sottoposti ad un'usura eccessiva, deve essere contenuta [53]. L'indice di abrasività di un dentifricio è indicato con l'acronimo RDA (Relative

Dentin Abrasivity) che dovrebbe essere sempre riportato sui tubetti del prodotto, per permettere al consumatore di essere informato sul grado di durezza: più questo numero è alto, maggiore sarà la capacità del dentifricio di eliminare la placca e lucidare la superficie dei denti con lo spazzolino;

- *Il filo interdentale sbiancante* è un innovativo dispositivo composto da un insieme di sottili filamenti di plastica rivestiti, ad esempio, di particelle abrasive in silice; è stato pensato con l'obiettivo di rimuovere le macchie a livello interprossimale e sottogengivale [53].
- *Il chewing gum sbiancante* è un prodotto che, tramite la masticazione, rilascia l'agente sbiancante, come ad esempio può essere l'esametafosfato di sodio, previene la formazione di macchie dentali, facilitandone la rimozione e apporta anche un beneficio sbiancante secondo le aspettative del paziente [54,55];
- *La penna sbiancante* è uno strumento che eroga gel sbiancante posizionato all'interno del serbatoio del corpo della penna; questo dispositivo è di confortevole utilizzo, mostra un oggettivo ed efficace cambiamento di colore percepito dal consumatore ma sono state segnalate sia presenza di sensibilità dentale che sensibilità della mucosa orale durante l'applicazione della penna [56]. Inoltre, un ulteriore studio

scientifico, effettuato su denti umani sani ed estratti per motivi parodontali riporta che, dopo l'utilizzo di questo dispositivo, i campioni presentavano aree di lieve erosione [57];

- *Lo spazzolino sbiancante* è uno strumento di igiene orale, disponibile in commercio, nei confronti del quale la letteratura scientifica non ha ancora trovato riscontro in merito alla sua efficacia sbiancante.



*Figura 14: Esempi di prodotti da banco sbiancanti (10-13).*

## **CAPITOLO 4: AGENTI SBIANCANTI**

Lo sbiancamento dentale può verificarsi in due modalità: per via meccanica e per via chimica; per via meccanica (o per sfregamento) s'intende l'azione abrasiva di polveri micro-fini presenti nei dentifrici, mentre per via chimica s'intende l'utilizzo di principi attivi, come ad esempio il perossido di idrogeno e il perossido di carbammide che, presumibilmente, interagendo con i tessuti del dente, liberano molecole di ossigeno e penetrano all'interno dello smalto, disgregando le molecole responsabili della pigmentazione (processo di ossidazione) [27].

I dentifrici specificatamente formulati per lo sbiancamento dentale hanno la funzione di rimuovere e prevenire la formazione di macchie estrinseche. È stato dimostrato che l'utilizzo di dentifrici poco abrasivi non rimuovono la pellicola macchiata che quindi tende ad accumularsi sulla superficie dentale e, allo stesso tempo, è stato invece ampiamente documentato che i dentifrici con una maggiore abrasività rimuovono o prevengono la formazione di macchie estrinseche [58–60]. Inoltre, gli studi confermano che per rimuovere le macchie il componente principale è quello che presenta peculiarità abrasive [61].

Gli agenti sbiancanti, in base alle loro proprietà, possono essere classificati in [62]:

- *Abrasivi* come la perlite, la silice idrata, l'allumina, il carbonato di calcio, il fosfato bicalcico diidrato, il pirofosfato di calcio, il bicarbonato di sodio;
- *Chimici* come i perossidi di idrogeno, di carbammide [63] e di calcio, il pirofosfato di sodio, il tripolifosfato di sodio, il citrato di sodio, l'esametafosfato di sodio, la papaina;
- *Ottici* come il blu di covarina (o covarina blu).

Questo studio avrà come oggetto di indagine i seguenti agenti sbiancanti maggiormente presenti all'interno dei dentifrici: il perossido di idrogeno, il perossido di carbammide, il carbone attivo, la perlite e il blu di covarina.

#### ***4.1 Perossido di idrogeno***

Il perossido di idrogeno è il più comune principio attivo utilizzato nei prodotti sbiancanti; la sua formula chimica è  $H_2O_2$  in cui i due atomi di ossigeno sono uniti tra loro mediante un legame covalente singolo e i due atomi di idrogeno si legano singolarmente a ciascun ossigeno.

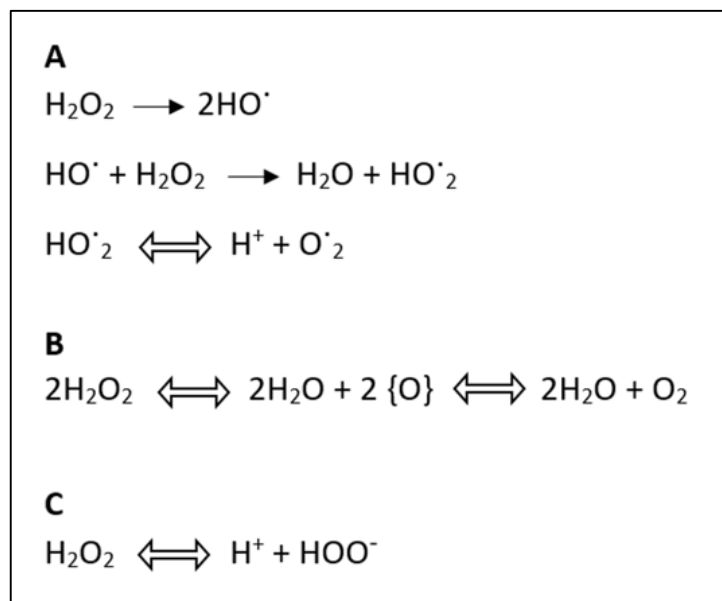
Il meccanismo d'azione del perossido è un processo ossidativo che permette il suo ingresso nello smalto e nella dentina, generando talvolta fenomeni di sensibilità dentale in maniera direttamente proporzionale alla concentrazione del perossido stesso [64]. Per prevenire la sensibilità dentale post trattamento i



gel utilizzati possono essere arricchiti con composti remineralizzanti come la nano-idrossiapatite e il fluoruro di calcio [65].

Il perossido di idrogeno agisce in tre step sequenziali [66] (*Figura 15*):

- *primo step*: l'elevata permeabilità degli spazi interprismatici permette la diffusione del perossido nello smalto e nei tubuli dentinali; esso continua a circolare, dal momento della sua applicazione, per circa due settimane all'interno del dente;
- *secondo step*: il perossido, durante la sua circolazione, si dissocia producendo radicali liberi dell'ossigeno ed interagisce con i cromofori organici (teoria dei cromofori); gli ioni radicali che si formano, a seguito della rottura dei legami chimici, sono i radicali idrossile e idroperossile, il catione radicale superossido, l'anione idroperossile e l'anione radicale superossido; la reattività dei radicali è influenzata dalla presenza di cationi metallici, dal pH, dalla luce e dalla temperatura;
- *terzo step*: la superficie del dente, dopo l'azione del perossido, rifletterà la luce in maniera diversa determinando un cambiamento del colore percepito. Lo sbiancamento può determinare una certa ruvidità della superficie dentale e, pertanto, è possibile che essa appaia più luminosa grazie all'aumento degli spettri riflettenti.

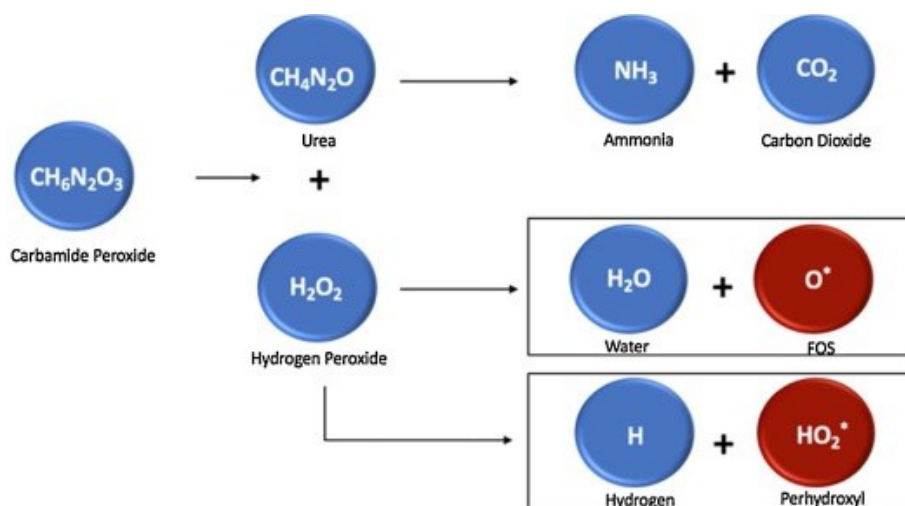


*Figura 15: Scomposizione del perossido di idrogeno sotto forma di radicali liberi.*

#### **4.2 Perossido di carbammide**

Il perossido di carbammide, o perossido di urea ( $\text{CH}_6\text{N}_2\text{O}_3$ ), è un composto stabile e, come il perossido di idrogeno, è uno degli agenti sbiancanti maggiormente utilizzati; è una miscela formata da perossido di idrogeno e urea.

Il perossido di carbammide, reagendo con l'acqua, rilascia radicali liberi all'interno dello smalto e della dentina che degradano le molecole cromogene; la lenta degradazione, dovuta alla sua stabilità strutturale, comporta un processo di sbiancamento più prolungato nel tempo rispetto al perossido di idrogeno che è, invece, un composto instabile. La letteratura riporta che l'urea può essere nuovamente decomposta in ammoniaca e anidride carbonica aumentando il pH e favorendo lo sbiancamento dentale [63,67] (*Figura 16*).



*Figura 16: Scomposizione del perossido di carbammide in perossido di idrogeno e urea [63].*

### 4.3 Carbone attivo

Il carbone attivo è una polvere fine nera ottenuta grazie ad un processo di ossidazione, a riscaldamento controllato o per via chimica, di una serie di materiali contenenti carbonio come bambù, gusci di noce, torba e bucce di cocco. La procedura termica prende il nome di “attivazione” e promuove una capacità di adsorbimento elevata; l’adsorbimento è un procedimento che permette di trasferire e di trattenere le molecole sulla superficie di un materiale solido: questa peculiarità del carbone attivo risulta particolarmente utile in diversi campi di applicazione come quello ambientale (purificazione dell’acqua) e quello sanitario (disintossicazione del corpo). I dati scientifici relativi agli studi sulle polveri a base di carbone attivo, attualmente, sono scarsi e, relativamente ai prodotti per l’igiene orale, non è ancora noto se questa

capacità adsorbente possa essere o meno efficace nella riduzione delle macchie dentali: il carbone sembra agire sulle macchie estrinseche, staccandole dalla superficie dentale, instaurando un legame chimico con le molecole cromogene; nonostante queste incertezze, la commercializzazione dei dentifrici contenenti carbone attivo è invece importante. La letteratura, quindi, riporta ma non conferma che il carbone attivo, contenuto nei dentifrici, possa legarsi a tutti i depositi sulla superficie dentale; questo legame trattiene placca, batteri e materiale macchiato nei pori del carbone stesso, il quale viene poi spazzolato via ma, solo presumibilmente, concorre a rendere le superfici dei denti libere da eventuali depositi [68,69] (*Figura 17*).



**Figura 17:** Carbone attivo in polvere e dentifricio al carbone attivo (14).

#### ***4.4 Perlite***

La perlite è un silicato vetroso amorfo di origine vulcanica, chimicamente inerte e con pH neutro; ad alte temperature ha la capacità di aumentare il proprio volume assumendo una struttura espansa che, sottoposta a macinatura, è trasformata in particelle fini. Nella profilassi dentale, la perlite è comunemente utilizzata come agente abrasivo nei dentifrici sbiancanti per rimuovere i cromofori pigmentati e il biofilm, inducendo la lucidatura della superficie dentale. Alcuni ricercatori hanno scoperto che le particelle di perlite, al momento dell'utilizzo, si orientavano parallelamente alla superficie del dente proteggendola dal rischio di graffi [70].

#### ***4.5 Blu di covarina***

Il blu di covarina è una sostanza chimica che, incorporata nel dentifricio, genera un immediato effetto sbiancante dei denti dovuto allo spostamento nell'asse del colore giallo-blu, aumentando significativamente la percezione dell'indice di bianco. Lo spostamento di colore avviene mediante la deposizione di questo pigmento sulle superfici dentali rivestite da pellicola sulle quali poi è trattenuto uniformemente, favorendo la percezione del bianco. Studi recenti, convalidati dalla letteratura, hanno dimostrato che, incorporare sostanze come il blu di covarina negli agenti sbiancanti, rappresenta un'importante innovazione in quanto l'effetto ottico, generato da questo pigmento, permette di ottenere un

visibile risultato sbiancante immediato e percepibile ogni qualvolta si utilizzi il dentifricio [66,71] (*Figura 18*).



*Figura 18: Nucleo di blu di covarina nel dentifricio sbiancante [72].*

## **CAPITOLO 5: PARTE SPERIMENTALE**

### ***5.1 Obiettivi dello studio***

L'obiettivo di questa scoping review è stato quello di valutare, oltre alla capacità sbiancante di dentifrici, la possibile abrasione dentale che potrebbe derivare dal loro utilizzo. La domanda di ricerca PICO è stata: “I dentifrici sbiancanti (I) possono determinare abrasione (O) rispetto ad altri prodotti o placebo (C) sui denti permanenti umani (P)?”.

### ***5.2 Materiali e Metodi***

Questo studio è stato condotto da due esaminatori facendo una ricerca elettronica sulle banche dati PubMed, Scopus e Web of Science. La ricerca è stata condotta il 31 Gennaio 2024 e sono stati inclusi tutti gli articoli pubblicati dal 2013 al 2023. Per ciascuna banca dati sono stati utilizzati MeSH e termini liberi combinati con operatori booleani (OR, AND) nel seguente modo: (“toothpaste” OR “dentifrice”) AND (“bleaching” OR “whitening”) AND (“tooth” OR “teeth”) AND (“abrasion” OR “erosion”).

Dopo aver unito i risultati dei tre database, sono stati eliminati i duplicati.

### ***5.3 Criteri di selezione e di ammissibilità***

Sono stati inclusi tutti gli articoli pubblicati tra il 2013 e il 2023, scritti in lingua inglese, disponibili senza restrizioni e focalizzati sull'efficacia dei dentifrici

sbiancanti e sul potenziale effetto abrasivo dello smalto dentale che potrebbe derivarne dal loro utilizzo.

Gli articoli sono stati esclusi se si trattava di case report, poster, commenti, opinioni, lettere, editoriali, abstract di conferenze, studi su denti animali e su dentizione decidua.

Per tutti gli articoli sono stati esaminati titolo e abstract. Lo screening e la selezione delle pubblicazioni è stata effettuata in duplice utilizzando criteri di inclusione ed esclusione predefiniti. Per gli studi che sembravano soddisfare i criteri di inclusione, è stato analizzato il testo completo e sono stati raccolti i dati. In caso di disaccordo, i due revisori si sono confrontati su ogni fase fino a raggiungere il consenso.

#### ***5.4 Estrazione dei dati***

L'estrazione dei dati è stata eseguita da un primo operatore e controllata da un secondo operatore.

Per ogni studio incluso, sono stati estratti i dati principali: informazioni relative al disegno dello studio, agli obiettivi, alla randomizzazione, alla dimensione campionaria, al blinding, al contenuto del dentifricio, agli eventi avversi, ai risultati e alle conclusioni.

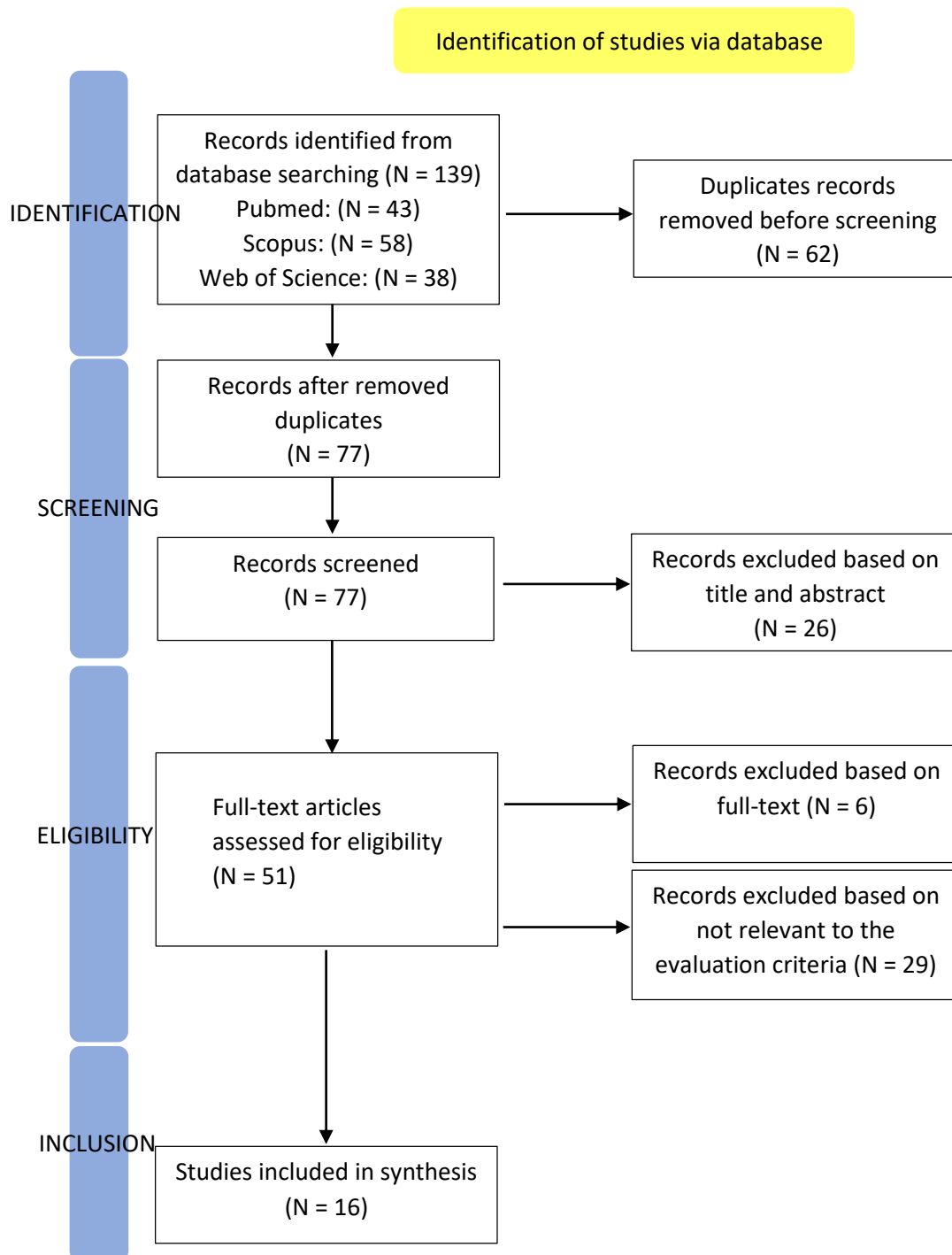


## **CAPITOLO 6: RISULTATI**

### ***6.1. Selezione delle pubblicazioni incluse***

La *Figura 19* mostra il diagramma di flusso dello studio PRISMA-ScR che descrive le diverse fasi di selezione degli articoli che sono state eseguite.

Dalla ricerca iniziale nel database sono stati identificati 139 articoli. Dopo aver rimosso 62 articoli in quanto duplicati, 77 articoli sono stati esaminati analizzando titolo ed abstract: 51 articoli sono risultati potenzialmente rilevanti in base ai criteri di eleggibilità; successivamente, sono stati esclusi 6 articoli a causa della non disponibilità del full-text e 29 articoli sono stati ulteriormente rimossi perché non idonei ai criteri di valutazione. Infine, le pubblicazioni che hanno soddisfatto i criteri di inclusione e che sono state inserite nella presente revisione della letteratura sono 16.



**Figura 19:** Diagramma di flusso che illustra la metodologia della scoping review.

## ***6.2 Sintesi dei risultati***

I risultati dell'analisi sono stati riassunti e classificati in base agli articoli selezionati.

### ***6.2.1 Analisi dell'effetto abrasivo***

Quattro articoli hanno analizzato esclusivamente l'abrasività dei dentifrici sbiancanti sullo smalto dentale (*Tabella 1*).

Jamwal N. et al. ha esaminato, *in vitro*, quattro dentifrici sbiancanti contenenti perlite, blu di covarina, sodio tripolifosfato e carbone attivo in relazione alla ruvidità superficiale su 25 campioni. Questo studio ha dimostrato che solo il dentifricio sbiancante contenente carbone attivo (abrasivo) riduce significativamente la ruvidità superficiale, a differenza di quello abrasivo contenente perlite che, come anche gli altri due, non ha mostrato alcun valore statisticamente significativo a livello di ruvidità superficiale. Pertanto, l'autore riporta che i dentifrici sbiancanti devono essere utilizzati con cautela [73].

Anche Lektemur Alpan A. et al. ha esaminato, *in vitro*, l'effetto abrasivo analizzando le conseguenze di sei diversi dentifrici sbiancanti sullo smalto, testandoli su 140 campioni mediante profilometria tridimensionale. I risultati hanno evidenziato che la ruvidità superficiale nel gruppo di controllo (solo con acqua, senza dentifricio) non presentava differenze rilevanti mentre, nei gruppi test, quattro dentifrici (Sensodyne True White a base di nitrato di potassio e

trifosfato di sodio; Signal White Now a base di silice idrata; Ipana 3D White a base di silice idrata e pirofosfato di sodio; Paradontax Whitening a base di silice idrata e diossido di titanio) determinavano un aumento della ruvidità dello smalto e solo due di essi (Splat Special Blackwood a base di silice idrata e carbone attivo; Colgate Optic White a base di pirofosfato di calcio e perossido di idrogeno) la riducevano [74].

Relativamente all'abrasività dentale all'utilizzo di dentifrici sbiancanti, la revisione di van Loveren C. et al. ha riportato che i dentifrici sbiancanti possono contenere ingredienti attivi come il perossido, gli enzimi, il citrato, il pirofosfato, l'esametafosfato e il poliaspartato che favoriscono l'aumento di abrasività o anche agenti ottici come il blu di covarina; l'autore ha sottolineato che i dentifrici sbiancanti richiedono il componente abrasivo come ingrediente principale per ottimizzare la rimozione ed il controllo della macchia estrinseca [75].

Anche la revisione di Quinonez Vivas D.L. et al. ha studiato l'effetto abrasivo dei dentifrici sbiancanti contenenti carbone attivo, riportando che l'utilizzo di questi dentifrici produce cambiamenti sulla superficie del dente: lo smalto, perdendo sostanza, va incontro a conseguenze abrasive notevoli predisponendo all'ipersensibilità dentinale [76].

**Tabella 1:** Caratteristiche e risultati degli studi inclusi su dentifrici sbiancanti ed abrasività.

Autore, Anno	Tipo di studio	Campioni	Principi attivi	Conclusioni
<b>Jamwal et al., 2023</b>	<i>In vitro</i>	25 denti umani	Perlite <sup>a</sup> , Carbone attivo <sup>a</sup> , Blu di covarina <sup>b</sup> e Tripolifosfato di sodio <sup>c</sup>	Il carbone attivo riduce la ruvidità superficiale; la perlite, il tripolifosfato di sodio e il blu di covarina non mostrano valori significativi a livello di ruvidità superficiale.
<b>Lektemur Alpan et al., 2020</b>	<i>In vitro</i>	140 denti umani	Silice idrata <sup>a</sup> , Nitrato di potassio, Carbone attivo <sup>b</sup> , Pirofosfato di calcio <sup>a</sup> , Perossido di idrogeno <sup>c</sup> , Diossido di titanio	Un aumento della ruvidità dello smalto è stato rilevato su quattro di sei dentifrici analizzati; i restanti due la riducevano.
<b>Van Loveren et al., 2023</b>	Revisione	/	Perlite <sup>a</sup> , Blu di covarina <sup>b</sup> , Perossido <sup>c</sup> , Pirofosfato <sup>c</sup> , Esametafosfato <sup>c</sup> e Poliaspartato <sup>c</sup>	L'agente abrasivo è considerato un componente necessario per ottimizzare la rimozione ed il controllo della macchia estrinseca.
<b>Quinonez Vivas et al., 2022</b>	Revisione	/	Carbone attivo <sup>a</sup>	Il principio attivo causa notevole abrasione dello smalto e predispone all'ipersensibilità dentinale.

<sup>a</sup> abrasivo

<sup>b</sup> pigmento ottico

<sup>c</sup> agente chimico

### 6.2.2 Analisi dell'efficacia sbiancante

Solo un articolo ha analizzato, sia *in vivo* che *in vitro*, l'efficacia sbiancante dovuta all'utilizzo di dentifrici sbiancanti (Tabella 2). L'effetto sbiancante è stato ottenuto, subito dopo lo spazzolamento, sia con l'utilizzo di dentifrici a

base di silice e contenenti blu di covarina a due diverse concentrazioni (BC e BC+) sia con l'uso di un dentifricio a base di silice contenente una combinazione di blu di covarina e FD&C Blue No. 1 (BC+D). Dopo l'utilizzo dei dentifrici BC e BC+D è stato evidenziato un aumento del bianco, soprattutto nei denti sottoposti all'azione di BC+D. Nell'esperimento, *in vivo*, i denti dei 122 soggetti sottoposti all'indagine mostravano, invece, in tutte e tre le formulazioni, un aumento del bianco immediatamente dopo la spazzolamento: il dentifricio BC+D evidenziava la miglior efficacia, seguita dal dentifricio BC+ e poi da quello con la composizione BC. In conclusione, Tao D. et al. ha riportato un aumento statisticamente significativo del bianco dei denti rispetto al basale utilizzando i dentifrici sbiancanti: in particolare, il dentifricio contenente la combinazione di blu di covarina e FD&C Blue No. 1 era statisticamente più efficace rispetto ai dentifrici contenenti solo blu di covarina [77].

**Tabella 2:** Caratteristiche e risultati degli studi inclusi su dentifrici sbiancanti ed efficacia sbiancante.

<b>Autore, Anno</b>	<b>Tipo di studio</b>	<b>Campioni</b>	<b>Principi attivi</b>	<b>Conclusioni</b>
<b>Tao D. et al., 2017</b>	<i>In vivo e in vitro</i>	122 adulti; 8 denti umani	Componente di base silice <sup>a</sup> ; Blu di covarina <sup>b</sup> ; FD&C Blue No. 1	Tutti i dentifrici producono un importante effetto sbiancante ma il più significativo è dato dal dentifricio contenente la combinazione di blu di covarina e FD&C Blue No. 1.

- <sup>a</sup> abrasivo
- <sup>b</sup> pigmento ottico
- <sup>c</sup> agente chimico

### 6.2.3 *Analisi dell'efficacia sbiancante e dell'effetto abrasivo*

Undici articoli hanno analizzato sia l'efficacia sbiancante sia il potenziale effetto abrasivo dei dentifrici contenenti agenti sbiancanti (*Tabella 3*).

Young S. et al. ha valutato l'efficacia di quattro dentifrici per rimuovere le macchie estrinseche dei denti in 133 soggetti adulti. In questo studio sono stati confrontati due dentifrici desensibilizzanti sperimentali, a bassa ed ultra-bassa abrasività (RDA~12; RDA~40), contenenti tripolifosfato di sodio al 5%, con altri due dentifrici: uno al fluoro standard ad abrasività moderata (RDA~80) e uno sbiancante ad abrasività elevata (RDA~142). Tutti i dentifrici studiati hanno ridotto la macchia estrinseca; i dentifrici a bassa ed ultra-bassa abrasività hanno funzionato in modo simile sia al dentifricio fluorato standard con abrasività moderata sia al dentifricio sbiancante a maggiore abrasività [78].

Anche Shamel M. et al. ha misurato l'effetto sbiancante e la ruvidità della superficie dello smalto analizzando sei diversi tipi di dentifrici contenenti o meno blu di covarina, su 70 campioni di denti umani premolari estratti. Il dentifricio contenente blu di covarina ha manifestato il miglioramento maggiore nel colore dei denti con una differenza cromatica statisticamente significativa, rispetto al dentifricio privo di blu di covarina. Inoltre, l'analisi al

microscopio elettronico a scansione (SEM), ha confermato che il dentifricio contenente blu di covarina causava minori cambiamenti sulle superfici dello smalto che si presentavano lisce e con graffi sottili. Pertanto, i risultati del presente studio, *in vitro*, dimostrano che i dentifrici contenenti blu di covarina sono efficaci e producono meno abrasione superficiale rispetto ai dentifrici privi di blu di covarina [79].

Allo stesso modo lo studio, *in vitro*, di Ghajari M.F. et al. ha analizzato l'efficacia sbiancante, attraverso l'abrasione, di tre diversi dentifrici al carbone attivo, su 30 denti permanenti estratti. Sia il test di Bonferroni, per quanto riguarda l'abrasione, che lo spettrofotometro, per quanto concerne l'analisi del livello del colore, non hanno mostrato differenze significative fra i dentifrici utilizzati. In conclusione, tutti e tre i dentifrici hanno mostrato un importante effetto sbiancante e abrasivo sui campioni ma le differenze tra i dentifrici erano irrilevanti [80].

Anche Koc Vural U. et al. ha condotto uno studio con lo scopo di confrontare gli effetti sul colore e sulla ruvidità superficiale dello smalto umano per mezzo di tre diversi dentifrici sbiancanti, a base di carbone attivo, e un dentifricio di controllo. Tutti i dentifrici testati non hanno fornito differenze clinicamente accettabili in termini di cambiamento di colore presentando, quindi, effetti simili sul colore dello smalto; tutti hanno, invece, causato un importante



aumento della ruvidità superficiale dello smalto eccetto uno (Curaprox Black is White). Pertanto, i dentifrici sbiancanti a base di carbone attivo non promettono di sbiancare i denti permanenti umani e, inoltre, le loro conseguenze abrasive non dovrebbero essere ignorate perché la rugosità superficiale potrebbe comportare eventi avversi come recessione, ipersensibilità dentinale, accumulo di pigmenti orali [81].

Patil A.C. et al. ha valutato la rimozione delle macchie dentali estrinseche su 90 soggetti di età compresa tra 18 e 40 anni, a seguito dell'utilizzo di due dentifrici sbiancanti: il primo ad azione abrasiva contenente perlite/carbonato di calcio e il secondo ad azione enzimatica contenente papaina e bromelina. Entrambi i dentifrici hanno manifestato un simile effetto sbiancante nella rimozione delle macchie estrinseche con una maggiore ma non significativa differenza apportata dall'enzimatico. Pertanto, il dentifricio a base di papaina e bromelina presenta risultati leggermente migliori rispetto al dentifricio abrasivo che questo studio, *in vivo*, suggerisce di usare con cautela; inoltre, le ricerche correlate all'effetto di questi enzimi sulla salute orale, sono scarse e meritano ulteriori approfondimenti [82].

Il potenziale sbiancante e di abrasione è stato oggetto di studio anche da parte di Hazar A. et al. mediante la valutazione di tre dentifrici contenenti carbone attivo, blu di covarina e perossido di idrogeno su 160 campioni di smalto

dentale umano, colorato o meno. Le misurazioni del colore dei campioni sono state effettuate mediante uno spettrofotometro mentre la loro rugosità superficiale è stata analizzata utilizzando un profilometro. Questo studio, *in vitro*, riporta che i dentifrici sbiancanti efficaci sono sia quelli contenenti il blu di covarina che quelli contenenti il perossido di idrogeno: in particolare, il blu di covarina mostra una maggior efficacia in smalti non colorati e il perossido di idrogeno risulta più promettente in smalti colorati; i dentifrici contenenti carbone attivo, invece, si dimostrano inefficaci sia sullo smalto colorato sia su quello non colorato. Dalle analisi effettuate è emerso anche che la rugosità superficiale era presente in tutti i campioni e mostrava un valore significativamente elevato nel campione trattato con il dentifricio a base di perossido di idrogeno [83].

Lo stesso focus è stato trattato da Coppini E.K. et al. che ha condotto uno studio *in vivo*, randomizzato e in doppio cieco per valutare la ruvidità e il colore della superficie dello smalto, derivanti dall'utilizzo di tre dentifrici diversi, di cui due sbiancanti (RDA~175; RDA~75) e uno di controllo (RDA~68); oggetto d'indagine sono stati 30 volontari di età compresa tra i 18 e i 30 anni. La rugosità superficiale, misurata mediante il profilometro, ha dimostrato l'assenza di cambiamenti nella superficie dello smalto, come anche le

misurazioni spettrofotometriche, per valutare i cambiamenti di colore, hanno evidenziato la medesima assenza in termini di cambiamenti cromatici [84].

Young S. et al. ha concentrato il suo studio, *in vivo*, sull'efficacia nella rimozione delle macchie estrinseche di diversi dentifrici su 162 adulti di età compresa tra i 18 e i 65 anni, in buono stato di salute sia orale che generale. I dentifrici utilizzati erano: un dentifricio sperimentale ad abrasività molto bassa contenente il 5% di tripolifosfato di sodio e il 5% di nitrato di potassio, con RDA~10; un dentifricio al fluoro a moderata abrasività con RDA~68 e un dentifricio sbiancante ad elevata abrasività con RDA~137. Questo studio ha dimostrato una riduzione statisticamente significativa della macchia dentale estrinseca per tutti i dentifrici utilizzati: in particolare, il dentifricio sperimentale ha ridotto la macchia dentale estrinseca in modo più efficace e con un'azione meno abrasiva rispetto ai dentifrici con abrasività moderata o superiore [85].

La revisione di Epple M. et al. ha focalizzato, invece, l'attenzione sull'efficacia di prodotti sbiancanti utilizzati frequentemente. Lo sbiancamento controllato eseguito in ambulatorio con perossidi è efficace soprattutto quando la sua concentrazione è elevata ma può provocare eventi avversi come sensibilità dentale o danni della matrice organica naturale di smalto e dentina. In merito all'azione abrasiva, i dentifrici sbiancanti spesso sono formulati con un RDA

maggiore rispetto ai dentifrici convenzionali per favorire l'effetto sbiancante: l'applicabilità degli abrasivi nei dentifrici è limitata a causa del suo potenziale di usura e pertanto le formulazioni attuali di tali dentifrici rappresentano un compromesso tra efficacia desiderata e abrasione indesiderata dei denti. Invece, i dentifrici con bassa abrasività, come quelli utilizzati in presenza di sensibilità dentale, portano ad un aumento della colorazione della superficie del dente [86].

Anche Tomás D.B.M. et al. condusse una revisione sistematica della letteratura, ma si focalizzò sull'utilizzo del dentifricio a base di carbone attivo. L'autrice concluse che i dentifrici a base di carbone attivo possiedono un effetto sbiancante direttamente proporzionale alla sua concentrazione, ma tale effetto è comunque meno efficace rispetto ad altri dentifrici contenenti perossido di idrogeno e di carbammide. In merito all'abrasività dei dentifrici al carbone attivo, è riportato che essi hanno un elevato potenziale di abrasività e per questo possono essere considerati più dannosi per i tessuti duri del dente. In conclusione, poiché il carbone attivo utilizzato nei dentifrici è un ingrediente relativamente nuovo e gli studi selezionati in questa revisione hanno una qualità medio-bassa, si rende necessario ampliare qualitativamente le indagini per rendere più attendibili i risultati ottenuti da questo lavoro [87].

Lo studio di Bruno M. et al. ha correlato le reazioni riferite da 121 pazienti, di età compresa tra i 20 e i 50 anni, con i risultati delle analisi *in vitro*, effettuate su campioni di resina composita, in relazione al pH, alla qualità abrasiva e alla citotossicità di quattro dentifrici, tutti a base di silice idrata. Questo studio ha riportato che l'elevata abrasività dei dentifrici provocava numerosi effetti collaterali tra cui sensibilità e ruvidità dentale, desquamazione dei tessuti molli e secchezza delle fauci. Pertanto, i risultati confermano che i dentifrici altamente abrasivi possono causare reazioni indesiderate e che l'unico dentifricio ad avere effetto sbiancante (Colgate® LW), tra quelli analizzati, era il dentifricio con un'elevata abrasività (RDA~240). Relativamente al cambiamento cromatico dei denti, va notato che, a differenza di altri studi clinici, non si è fatto uso di guide colori Vita, colorimetri o analisi di fotografie digitali e quindi i risultati sono soggettivi [88].

**Tabella 3:** Caratteristiche e risultati degli studi inclusi su dentifrici sbiancanti ed efficacia sbiancante/abrasività.

<b>Autore, Anno</b>	<b>Tipo di studio</b>	<b>Campioni</b>	<b>Principi attivi</b>	<b>Conclusioni</b>
<b>Young et al., 2015</b>	<i>In vivo</i>	133 adulti	Tripolifosfato di sodio <sup>c</sup> , Nitrato di potassio, Allumina <sup>a</sup> , Fluoruro di sodio	Sia i dentifrici sperimentali che quelli non sperimentali hanno ridotto la macchia estrinseca senza differenze significative gli uni dagli altri.
<b>Shamel et al., 2019</b>	<i>In vitro</i>	70 denti umani	Blu di covarina <sup>b</sup>	Il dentifricio con Blu di covarina è più efficace nell'effetto

				sbiancante e produce meno abrasione superficiale di quello senza.
<b>Ghajari et al., 2021</b>	<i>In vitro</i>	30 denti umani	Carbone attivo <sup>a</sup>	Ogni dentifricio a base di Carbone attivo ha evidenziato un importante effetto sbiancante e anche abrasivo, senza differenze rilevanti.
<b>Koc Vural et al., 2021</b>	<i>In vitro</i>	48 denti umani	Carbone attivo <sup>a</sup>	I dentifrici con Carbone attivo non hanno fornito un valido effetto sbiancante e hanno causato un aumento della ruvidità superficiale dello smalto, tranne uno.
<b>Patil AC et al., 2015</b>	<i>In vivo</i>	90 adulti	Perlite/Carbonato di calcio <sup>a</sup> ; Papaina <sup>c</sup> e Bromelina <sup>c</sup>	Il dentifricio abrasivo e quello enzimatico si sono rivelati similmente efficaci nell'effetto sbiancante, con risultati leggermente migliori per l'enzimatico.
<b>Hazar et al., 2023</b>	<i>In vitro</i>	160 campioni di smalto dentale umano	Carbone attivo <sup>a</sup> , Blu di covarina <sup>b</sup> e Perossido di idrogeno <sup>c</sup>	Il Carbone attivo non genera effetti sbiancanti efficaci a differenza del Blu di covarina e del Perossido di idrogeno; quest'ultimo provoca maggiore rugosità superficiale.
<b>Coppini et al., 2022</b>	<i>In vivo</i>	30 adulti	Silice <sup>a</sup>	I dentifrici sbiancanti a base di silice non hanno evidenziato né cambiamenti superficiali dello

				smalto né cambiamenti cromatici.
<b>Young et al., 2017</b>	<i>In vivo</i>	162 adulti	Tripolifosfato di sodio <sup>c</sup> e Nitrato di potassio	I dentifrici testati riducono significativamente la macchia dentale estrinseca e quello sperimentale è più efficace e anche meno abrasivo.
<b>Epple et al., 2019</b>	Revisione	/	Silice <sup>a</sup> , Perlite <sup>a</sup> , Allumina <sup>a</sup>	I dentifrici ad alta abrasività agevolano l'effetto sbiancante, con attenzione all'usura; quelli a bassa abrasività aumentano la colorazione del dente.
<b>Tomás et al., 2023</b>	Revisione	/	Carbone attivo <sup>a</sup>	I dentifrici a base di Carbone attivo hanno un effetto sbiancante meno efficace di quelli a base di Perossido di idrogeno e di carbammide e presentano un'elevata abrasività.
<b>Bruno et al., 2016</b>	<i>In vivo</i>	121 adulti	Silice <sup>a</sup>	Tra i dentifrici testati l'unico con effetto sbiancante era quello ad elevata abrasività. Il cambiamento cromatico dei denti non è stato valutato strumentalmente.

<sup>a</sup> abrasivo

<sup>b</sup> pigmento ottico

<sup>c</sup> agente chimico

## CAPITOLO 7: DISCUSSIONE

Il continuo interesse per lo sbiancamento dei denti nel campo dell'Odontoiatria estetica sta orientando sempre più l'interesse della ricerca verso nuove tecnologie di sbiancamento e sullo sviluppo di nuovi prodotti che riescano ad avere una buona efficacia sbiancante con attenzione all'effetto abrasivo sullo smalto dentale. Pertanto, la presente scoping review fornisce una panoramica sugli effetti dei dentifrici sbiancanti in termini di efficacia sbiancante ed abrasività sullo smalto dentale.

I dentifrici sbiancanti sono utilizzati per rimuovere macchie superficiali estrinseche dai denti e per rendere i denti più luminosi. Generalmente essi contengono agenti sbiancanti, abrasivi o agenti chimici che aiutano a rimuovere pigmentazioni o macchie estrinseche causate da alimenti, bevande nonché da fumo di tabacco. L'abrasione del dentifricio verso i tessuti duri dentali è un fattore importante da tenere in considerazione in termini di compromesso tra efficacia sbiancante e usura dentale. Recenti studi *in vitro*, *in situ* e *in vivo*, che hanno valutato l'effetto abrasivo di diversi dentifrici sbiancanti sullo smalto, sono stati analizzati in questa revisione.

L'effetto abrasivo dei dentifrici contenenti carbone attivo inducono una perdita di sostanza dentale con notevoli variazioni superficiali dello smalto [76].



Relativamente all'effetto abrasivo dei dentifrici a base di carbone attivo, dal confronto di alcuni studi, *in vitro*, è emerso che questo composto origina un significativo grado di abrasività superficiale dello smalto [80,81,83,87] mentre confrontando altri studi *in vitro*, è emerso che il carbone attivo riduce la ruvidità superficiale del dente [73,74].

Per quanto concerne l'efficacia sbiancante del carbone attivo, che agisce grazie alla sua capacità di adsorbimento, lo studio di Ghajari M.F. et al. e la revisione di Tomás D.B.M. et al. confermano un evidente effetto sbiancante [80,87], affermando che l'efficacia è direttamente proporzionale alla concentrazione del carbone attivo nel dentifricio e riporta anche che il suo potenziale sbiancante risulta essere inferiore rispetto a quello generato da altri principi attivi, come il perossido di idrogeno e di carbammide. Di parere divergente sono gli studi, *in vitro*, condotti da Koc Vural U. et al. Hazar A. et al.: il primo articolo attesta che il carbone attivo non evidenzia risultati clinicamente accettabili in termini di cambiamento cromatico in nessuno dei dentifrici testati, mentre il secondo riporta che ogni dentifricio a base di carbone attivo si è dimostrato inefficace, sia sullo smalto dentale colorato che su quello non colorato [81,83].

Diversi studi hanno analizzato il blu di covarina, che depositandosi sulla superficie dentale, favorisce la percezione dell'indice di bianco. Dallo studio di Tao D. et al è possibile dedurre che la presenza di blu di covarina, nella

composizione dei dentifrici, è in grado di determinare un aumento significativo del bianco in maniera direttamente proporzionale all'aumentare della sua concentrazione [77].

Hazar A. et al. e Shamel M. et al. hanno valutato come questo pigmento, contenuto nei dentifrici sbiancanti, induca un miglioramento cromatico più evidente rispetto a quelli privi di blu di covarina [79,83]. Dall'analisi al SEM di Shamel M. et al., sono stati rilevati minimi cambiamenti sulle superfici dello smalto che si presentavano lisce e con dei graffi sottili affermando, quindi, che il blu di covarina provocava meno abrasività superficiale dello smalto. Entrambi si sono trovati concordi nell'affermare che la presenza di blu di covarina, all'interno dei dentifrici sbiancanti, provocava una minima ruvidità superficiale dello smalto.

Tra i vari agenti sbiancanti è stato analizzato anche il perossido di idrogeno che, con le sue proprietà chimiche, agisce favorendo l'effetto sbiancante. Hazar A. et al. ha dimostrato che il potenziale sbiancante di questo principio attivo era maggiore sulle superfici di smalto colorate e che il potenziale di abrasione era superiore rispetto a quello degli altri principi attivi (carbone attivo e blu di covarina), contenuti nei dentifrici testati [83]. Anche la revisione di Tomás D.B.M. et al. riferisce che la presenza del perossido di idrogeno nei dentifrici generi effetti sbiancanti migliori rispetto al carbone attivo [87].

Young S. et al. ha concentrato i suoi studi sull'efficacia di dentifrici contenenti tripolifosfato di sodio, a basso e ultra-basso valore di RDA (RDA~40; RDA~12), dimostrando che le macchie estrinseche si riducevano in modo simile rispetto a quelle trattate con dentifrici privi di tripolifosfato di sodio. Inoltre, una sua ulteriore ricerca ha testimoniato che i dentifrici sperimentali a bassa abrasività, contenenti tripolifosfato di sodio, inducevano un effetto sbiancante migliore rispetto a quelli a maggiore abrasività [78,85].

Anche la silice, contenuta nei dentifrici sbiancanti, è stata oggetto di studi per le sue qualità abrasive. Bruno M. et al. ha sottoposto ad analisi dentifrici a base di silice valutandone il pH, la qualità abrasiva e la citotossicità. Questo studio, *in vivo*, ha riportato che l'unico dentifricio ad avere effetto sbiancante era quello con un'elevata abrasività (RDA~240); tra i vari effetti collaterali, è stata accertata la presenza di ruvidità dentale. Relativamente al cambiamento cromatico dei denti, va notato che, a differenza di altri studi clinici, non si è fatto uso di guide colori Vita, colorimetri o analisi di fotografie digitali e quindi i risultati erano soggettivi [88]. Tra gli articoli analizzati, una ricerca *in vivo* ha fornito risultati contrastanti rispetto alla precedente: infatti, Coppini E.K. et al., testando dentifrici sbiancanti a base di silice, con RDA medio-alta (RDA~75; RDA~175), non ha evidenziato né variazioni cromatiche né cambiamenti superficiali dello smalto, accertate rispettivamente dall'analisi

spettrofotometrica e profilometrica [84]. A confermare, invece, i risultati della ricerca di Bruno M. et al. è la revisione critica di Epple M. et al.: l'elevata abrasività è un fattore decisivo nella determinazione dell'effetto sbiancante; pertanto, l'applicabilità degli abrasivi nei dentifrici risulta essere limitata in relazione al suo potenziale di usura e le formulazioni attuali dei dentifrici devono tener conto del giusto equilibrio tra efficacia desiderata ed abrasione indesiderata dei denti [86].

Relativamente ai dentifrici enzimatici Patil et al. ha dimostrato che la presenza di papaina e di bromelina, come agenti enzimatici, non hanno prodotto un significativo risultato sbiancante, rispetto alla perlite e al carbonato di calcio. Questi agenti non possono essere, invece, equiparati in termini di abrasività: infatti, la perlite e il carbonato di calcio inducono effetti abrasivi molto più rilevanti rispetto alla papaina e alla bromelina e pertanto lo studio suggerisce di utilizzare i dentifrici abrasivi con cautela [82].

## **CAPITOLO 8: CONCLUSIONI**

Questa scoping review aveva come obiettivo quello di revisionare la letteratura recente, analizzando l'efficacia dei dentifrici sbiancanti e il loro potenziale abrasivo sullo smalto dentale.

Dai risultati ottenuti, la letteratura suggerisce che le attuali formulazioni dei dentifrici sbiancanti debbano ponderare il potenziale sbiancante con l'abrasività per poter garantire un adeguato risultato, senza apportare eccessivi eventi avversi, in termini di deterioramento dello smalto.

In particolare, i dentifrici sbiancanti contenenti blu di covarina, perossido di idrogeno, tripolifosfato di sodio, perlite e agenti enzimatici, quali papaina e bromelina, possono essere considerati prodotti da banco idonei a favorire un effetto sbiancante certo: tra questi, quelli a base di blu di covarina, di tripolifosfato di sodio e di enzimi mostrano una lievissima abrasività dello smalto mentre quelli a base di perossido di idrogeno e perlite presentano un'evidente abrasività dello smalto; anche per i dentifrici a base di carbone attivo, la letteratura avvalorava una marcata abrasività dello smalto senza, però, raggiungere un'uniformità di risultati relativamente al potenziale sbiancante. In merito ai dentifrici contenenti silice, la letteratura è divergente sia per quanto riguarda l'efficacia sbiancante che in relazione all'abrasività.

Pertanto, è possibile concludere che i dentifrici sbiancanti efficaci nel garantire una marcata variazione del viraggio cromatico del dente e che, contemporaneamente, salvaguardano lo smalto dentale sono quelli a base di blu di covarina e di tripolifosfato di sodio. Anche il dentifricio enzimatico produce un effetto sbiancante combinato ad una lieve abrasività ma necessita di ulteriori approfondimenti sugli effetti della salute orale.

Sulla base dei risultati ottenuti da questa scoping review si rendono necessari, comunque, altri approfondimenti e nuovi aggiornamenti per confermare quanto concluso.

## BIBLIOGRAFIA

1. Fearon, J. Tooth Whitening: Concepts and Controversies. *J. Ir. Dent. Assoc.* **2007**, *53*, 132–140.
2. Lacruz, R.S.; Habelitz, S.; Wright, J.T.; Paine, M.L. Dental Enamel Formation and Implications for Oral Health and Disease. *Physiol. Rev.* **2017**, *97*, 939–993, doi:10.1152/physrev.00030.2016.
3. Bishara, S.E.; Ostby, A.W. White Spot Lesions: Formation, Prevention, and Treatment. *Semin. Orthod.* **2008**, *14*, 174–182, doi:10.1053/j.sodo.2008.03.002.
4. Tosco, V.; Vitiello, F.; Monterubbianesi, R.; Gatto, M.L.; Orilisi, G.; Mengucci, P.; Putignano, A.; Orsini, G. Assessment of the Remineralizing Potential of Biomimetic Materials on Early Artificial Caries Lesions after 28 Days: An In Vitro Study. *Bioeng. Basel Switz.* **2023**, *10*, 462, doi:10.3390/bioengineering10040462.
5. Yin, K.; Paine, M.L. Bicarbonate Transport During Enamel Maturation. *Calcif. Tissue Int.* **2017**, *101*, 457–464, doi:10.1007/s00223-017-0311-2.
6. Robinson, C. Enamel Maturation: A Brief Background with Implications for Some Enamel Dysplasias. *Front. Physiol.* **2014**, *5*, 388, doi:10.3389/fphys.2014.00388.
7. Gil-Bona, A.; Bidlack, F.B. Tooth Enamel and Its Dynamic Protein Matrix. *Int. J. Mol. Sci.* **2020**, *21*, 4458, doi:10.3390/ijms21124458.
8. Pandya, M.; Diekwisch, T.G.H. Enamel Biomimetics—Fiction or Future of Dentistry. *Int. J. Oral Sci.* **2019**, *11*, 1–9, doi:10.1038/s41368-018-0038-6.
9. Lignon, G.; Dure-Molla, M. de la; Dessombz, A.; Berdal, A.; Babajko, S. L'émail - Un autoassemblage unique dans le monde du minéral. *médecine/sciences* **2015**, *31*, 515–521, doi:10.1051/medsci/20153105013.
10. Beniash, E.; Stiffler, C.A.; Sun, C.-Y.; Jung, G.S.; Qin, Z.; Buehler, M.J.; Gilbert, P.U.P.A. The Hidden Structure of Human Enamel. *Nat. Commun.* **2019**, *10*, 4383, doi:10.1038/s41467-019-12185-7.
11. Baldassarre, F.; Altomare, A.; Mesto, E.; Lacalamita, M.; Dida, B.; Mele, A.; Bauer, E.M.; Puzone, M.; Tempesta, E.; Capelli, D.; et al. Structural Characterization of Low-Sr-Doped Hydroxyapatite Obtained by Solid-State Synthesis. *Crystals* **2023**, *13*, 117, doi:10.3390/cryst13010117.
12. Wright, J.T. Enamel Phenotypes: Genetic and Environmental Determinants. *Genes* **2023**, *14*, 545, doi:10.3390/genes14030545.
13. Kaidonis, J.A. Tooth Wear: The View of the Anthropologist. *Clin. Oral Investig.* **2008**, *12*, 21–26, doi:10.1007/s00784-007-0154-8.
14. Bartlett, D.; Dugmore, C. Pathological or Physiological Erosion—Is There a Relationship to Age? *Clin. Oral Investig.* **2008**, *12*, 27–31, doi:10.1007/s00784-007-0177-1.
15. Carvalho, T.S.; Colon, P.; Ganss, C.; Huysmans, M.-C.; Lussi, A.; Schlueter, N.; Schmalz, G.; Shellis, P.R.; Björg Tveit, A.; Wiegand, A. Consensus Report of the European Federation of Conservative Dentistry: Erosive Tooth Wear – Diagnosis and Management. *Swiss Dent. J.* **2016**, *126*, 342–346.
16. Pace, F.; Pallotta, S.; Tonini, M.; Vakil, N.; Bianchi Porro, G. Systematic Review: Gastro-Oesophageal Reflux Disease and Dental Lesions. *Aliment. Pharmacol. Ther.* **2008**, *27*, 1179–1186, doi:10.1111/j.1365-2036.2008.03694.x.
17. Vailati, F.; Belser, U. Classification and Treatment of the Anterior Maxillary

- Dentition Affected by Dental Erosion: The ACE Classification. *Int. J. Periodontics Restorative Dent.* **2010**, *30*, 559–571.
18. Berar, A.M.; Lasserre, J.-F.; Picos, A.; Chira, A.; Picos, A.M. Factors Associated with Localization of Dental Erosion in Patients from Two French Medical Centers. **2015**, *7*.
  19. Imfeld, T. Standard Operation Procedures for the Relative Dentin Abrasion : (RDA) Method Used at Zurich University. *J. Clin. Dent.* **2010**, *21*, S11–S12, doi:10.5167/uzh-39452.
  20. Levitch, L.C.; Bader, J.D.; Shugars, D.A.; Heymann, H.O. Non-Carious Cervical Lesions. *J. Dent.* **1994**, *22*, 195–207, doi:10.1016/0300-5712(94)90107-4.
  21. Warreth, A.; Abuhijleh, E.; Almaghribi, M.A.; Mahwal, G.; Ashawish, A. Tooth Surface Loss: A Review of Literature. *Saudi Dent. J.* **2020**, *32*, 53–60, doi:10.1016/j.sdentj.2019.09.004.
  22. Lee, W.C.; Eakle, W.S. Possible Role of Tensile Stress in the Etiology of Cervical Erosive Lesions of Teeth. *J. Prosthet. Dent.* **1984**, *52*, 374–380, doi:10.1016/0022-3913(84)90448-7.
  23. Grippo, J.O. Abfractions: A New Classification of Hard Tissue Lesions of Teeth. *J. Esthet. Restor. Dent.* **1991**, *3*, 14–19, doi:10.1111/j.1708-8240.1991.tb00799.x.
  24. Rodríguez-Martínez, J.; Valiente, M.; Sánchez-Martín, M.-J. Tooth Whitening: From the Established Treatments to Novel Approaches to Prevent Side Effects. *J. Esthet. Restor. Dent. Off. Publ. Am. Acad. Esthet. Dent. Al* **2019**, *31*, 431–440, doi:10.1111/jerd.12519.
  25. Olivi, G.; Olivi, M. *Lasers in Restorative Dentistry: A Practical Guide*; 2015; ISBN 978-3-662-47316-0.
  26. Bordea, I.; Lucaciu, O.; Crisan, B.; Mîrza, C.-M.; Popa, D.; Mesaros, A.; Pelekanos, S.; Campian, R. The Influence of Chromophore Presence in an Experimental Bleaching Gel on Laser Assisted Tooth Whitening Efficiency. **2016**, *61*, 215–223.
  27. McCaslin, A.J.; Haywood, V.B.; Potter, B.J.; Dickinson, G.L.; Russell, C.M. Assessing Dentin Color Changes from Nightguard Vital Bleaching. *J. Am. Dent. Assoc. 1939* **1999**, *130*, 1485–1490, doi:10.14219/jada.archive.1999.0061.
  28. Leonard, R.H.; Bentley, C.D.; Haywood, V.B. Salivary pH Changes during 10% Carbamide Peroxide Bleaching. *Quintessence Int. Berl. Ger. 1985* **1994**, *25*, 547–550.
  29. Joiner, A. Tooth Colour: A Review of the Literature. *J. Dent.* **2004**, *32 Suppl 1*, 3–12, doi:10.1016/j.jdent.2003.10.013.
  30. Brook, A.H.; Smith, R.N.; Lath, D.J. The Clinical Measurement of Tooth Colour and Stain. *Int. Dent. J.* **2007**, *57*, 324–330, doi:10.1111/j.1875-595x.2007.tb00141.x.
  31. Addy, M.; Moran, J. Mechanisms of Stain Formation on Teeth, in Particular Associated with Metal Ions and Antiseptics. *Adv. Dent. Res.* **1995**, *9*, 450–456, doi:10.1177/08959374950090041601.
  32. Żyła, T.; Kawala, B.; Antoszevska-Smith, J.; Kawala, M. Black Stain and Dental Caries: A Review of the Literature. *BioMed Res. Int.* **2015**, *2015*, 469392, doi:10.1155/2015/469392.
  33. Joiner, A.; Jones, N.M.; Raven, S.J. Investigation of Factors Influencing Stain Formation Utilizing an in Situ Model. *Adv. Dent. Res.* **1995**, *9*, 471–476, doi:10.1177/08959374950090041901.
  34. Thickett, E.; Cobourne, M.T. New Developments in Tooth Whitening. The Current Status of External Bleaching in Orthodontics. *J. Orthod.* **2009**, *36*, 194–201,



- doi:10.1179/14653120723184.
35. Frese, C.; Wohlrab, T.; Sheng, L.; Kieser, M.; Krisam, J.; Wolff, D. Clinical Effect of Stannous Fluoride and Amine Fluoride Containing Oral Hygiene Products: A 4-Year Randomized Controlled Pilot Study. *Sci. Rep.* **2019**, *9*, doi:10.1038/s41598-019-44164-9.
  36. Kidd, E.A.; Joyston-Bechal, S.; Smith, M.M. Staining of Residual Caries under Freshly-Packed Amalgam Restorations Exposed to Tea/Chlorhexidine in Vitro. *Int. Dent. J.* **1990**, *40*, 219–224.
  37. Haywood, V.B. History, Safety, and Effectiveness of Current Bleaching Techniques and Applications of the Nightguard Vital Bleaching Technique. *Quintessence Int. Berl. Ger. 1985* **1992**, *23*, 471–488.
  38. Joiner, A. The Bleaching of Teeth: A Review of the Literature. *J. Dent.* **2006**, *34*, 412–419, doi:10.1016/j.jdent.2006.02.002.
  39. de Freitas, P.M.; Menezes, A.N.; da Mota, A.C.C.; Simões, A.; Mendes, F.M.; Lago, A.D.N.; Ferreira, L.S.; Ramos-Oliveira, T.M. Does the Hybrid Light Source (LED/Laser) Influence Temperature Variation on the Enamel Surface during 35% Hydrogen Peroxide Bleaching? A Randomized Clinical Trial. *Quintessence Int. Berl. Ger. 1985* **2016**, *47*, 61–73, doi:10.3290/j.qi.a34454.
  40. Ontiveros, J.C. In-Office Vital Bleaching with Adjunct Light. *Dent. Clin. North Am.* **2011**, *55*, 241–253, viii, doi:10.1016/j.cden.2011.01.002.
  41. Tay, L.Y.; Kose, C.; Loguercio, A.D.; Reis, A. Assessing the Effect of a Desensitizing Agent Used before In-Office Tooth Bleaching. *J. Am. Dent. Assoc. 1939* **2009**, *140*, 1245–1251, doi:10.14219/jada.archive.2009.0047.
  42. Kossatz, S.; Dalanhol, A.P.; Cunha, T.; Loguercio, A.; Reis, A. Effect of Light Activation on Tooth Sensitivity after In-Office Bleaching. *Oper. Dent.* **2011**, *36*, 251–257, doi:10.2341/10-289-C.
  43. Zhong, B.-J.; Yang, S.; Hong, D.-W.; Cheng, Y.-L.; Attin, T.; Yu, H. The Efficacy of At-Home, In-Office, and Combined Bleaching Regimens: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Oper. Dent.* **2023**, *48*, E71–E80, doi:10.2341/22-099-C.
  44. Alqahtani, M.Q. Tooth-Bleaching Procedures and Their Controversial Effects: A Literature Review. *Saudi Dent. J.* **2014**, *26*, 33–46, doi:10.1016/j.sdentj.2014.02.002.
  45. Sulieman, M. An Overview of Bleaching Techniques: 2. Night Guard Vital Bleaching and Non-Vital Bleaching. *Dent. Update* **2005**, *32*, 39–40, 42–44, 46, doi:10.12968/denu.2005.32.1.39.
  46. Langsten, R.E.; Dunn, W.J.; Hartup, G.R.; Murchison, D.F. Higher-Concentration Carbamide Peroxide Effects on Surface Roughness of Composites. *J. Esthet. Restor. Dent. Off. Publ. Am. Acad. Esthet. Dent. Al* **2002**, *14*, 92–96, doi:10.1111/j.1708-8240.2002.tb00157.x.
  47. Kugel, G.; Perry, R.D.; Hoang, E.; Scherer, W. Effective Tooth Bleaching in 5 Days: Using a Combined in-Office and at-Home Bleaching System. *Compend. Contin. Educ. Dent. Jamesburg NJ 1995* **1997**, *18*, 378, 380–383.
  48. Perdigoão, J.; Baratieri, L.N.; Arcari, G.M. Contemporary Trends and Techniques in Tooth Whitening: A Review. *Pract. Proced. Aesthetic Dent. PPAD* **2004**, *16*, 185–192; quiz 194.
  49. Eachempati, P.; Kumbargere Nagraj, S.; Kiran Kumar Krishanappa, S.; Gupta, P.; Yaylali, I.E. Home-Based Chemically-Induced Whitening (Bleaching) of Teeth in Adults. *Cochrane Database Syst. Rev.* **2018**, *12*, CD006202,

- doi:10.1002/14651858.CD006202.pub2.
50. Carey, C.M. Tooth Whitening: What We Now Know. *J. Evid.-Based Dent. Pract.* **2014**, *14 Suppl*, 70–76, doi:10.1016/j.jebdp.2014.02.006.
  51. Lima, F.G.; Rotta, T.A.; Penso, S.; Meireles, S.S.; Demarco, F.F. In Vitro Evaluation of the Whitening Effect of Mouth Rinses Containing Hydrogen Peroxide. *Braz. Oral Res.* **2012**, *26*, 269–274, doi:10.1590/s1806-83242012000300014.
  52. Horn, B.A.; Bittencourt, B.F.; Gomes, O.M.M.; Farhat, P.A. Clinical Evaluation of the Whitening Effect of Over-the-Counter Dentifrices on Vital Teeth. *Braz. Dent. J.* **2014**, *25*, 203–206, doi:10.1590/0103-6440201300053.
  53. Demarco, F.F.; Meireles, S.S.; Masotti, A.S. Over-the-Counter Whitening Agents: A Concise Review. *Braz. Oral Res.* **2009**, *23 Suppl 1*, 64–70, doi:10.1590/s1806-83242009000500010.
  54. Biesbrock, A.R.; Walters, P.; Bartizek, R.D. A Chewing Gum Containing 7.5% Sodium Hexametaphosphate Inhibits Stain Deposition Compared with a Placebo Chewing Gum. *Compend. Contin. Educ. Dent. Jamesburg NJ 1995* **2004**, *25*, 253–254, 256, 258 passim; quiz 265, 299.
  55. Walters, P.A.; Biesbrock, A.R.; Bartizek, R.D. Benefits of Sodium Hexametaphosphate-Containing Chewing Gum for Extrinsic Stain Inhibition. *J. Dent. Hyg. JDH* **2004**, *78*, 8.
  56. Tadin, A.; Galic, S.; Gavic, L. Assessment of Color Change, Esthetic Perception, Treatment Satisfaction, and Side Effects Following the Use of Over-the-Counter Whitening Products. *Acta Stomatol. Croat.* **2023**, *57*, 300–315, doi:10.15644/asc57/4/2.
  57. Fatima, N. In-Vitro Comparative Study of In-Office and Home Bleaching Agents on Surface Micro-Morphology of Enamel. *J. Coll. Physicians Surg.--Pak. JCPSP* **2016**, *26*, 9–12.
  58. Stookey, G.K.; Burkhard, T.A.; Schemehorn, B.R. In Vitro Removal of Stain with Dentifrices. *J. Dent. Res.* **1982**, *61*, 1236–1239, doi:10.1177/00220345820610110501.
  59. Joiner, A.; Pickles, M.J.; Tanner, C.; Weader, E.; Doyle, P. An in Situ Model to Study the Toothpaste Abrasion of Enamel. *J. Clin. Periodontol.* **2004**, *31*, 434–438, doi:10.1111/j.1600-051X.2004.00497.x.
  60. Nordbo, H. Discoloration of Dental Pellicle by Tannic Acid. *Acta Odontol. Scand.* **1977**, *35*, 305–310, doi:10.3109/00016357709064129.
  61. Johansson, I.; Somasundaran, P. *Handbook for Cleaning/Decontamination of Surfaces*; Elsevier, 2007; ISBN 978-0-08-055553-9.
  62. Joiner, A. Whitening Toothpastes: A Review of the Literature. *J. Dent.* **2010**, *38*, e17–e24, doi:10.1016/j.jdent.2010.05.017.
  63. Alkahtani, R.; Stone, S.; German, M.; Waterhouse, P. A Review on Dental Whitening. *J. Dent.* **2020**, *100*, 103423, doi:10.1016/j.jdent.2020.103423.
  64. Matis, B.A. Tray Whitening: What the Evidence Shows. *Compend. Contin. Educ. Dent. Jamesburg NJ 1995* **2003**, *24*, 354–362.
  65. Kutuk, Z.B.; Ergin, E.; Cakir, F.Y.; Gurgan, S. Effects of In-Office Bleaching Agent Combined with Different Desensitizing Agents on Enamel. *J. Appl. Oral Sci. Rev. FOB* **2018**, *27*, e20180233, doi:10.1590/1678-7757-2018-0233.
  66. Joshi, S.B. An Overview of Vital Teeth Bleaching. *J. Interdiscip. Dent.* **2016**, *6*, 3, doi:10.4103/2229-5194.188155.

67. A.M. Sulieman, M. An Overview of Tooth-Bleaching Techniques: Chemistry, Safety and Efficacy. *Periodontol. 2000* **2008**, *48*, 148–169, doi:10.1111/j.1600-0757.2008.00258.x.
68. da Silva, D.F.; Figueiredo, F.C.; Scaramucci, T.; Mailart, M.C.; Torres, C.R.G.; Borges, A.B. Is the Whitening Effect of Charcoal-Based Dentifrices Related to Their Abrasive Potential or the Ability of Charcoal to Adsorb Dyes? *J. Dent.* **2024**, *140*, 104794, doi:10.1016/j.jdent.2023.104794.
69. Greenwall, L.H.; Greenwall-Cohen, J.; Wilson, N.H.F. Charcoal-Containing Dentifrices. *Br. Dent. J.* **2019**, *226*, 697–700, doi:10.1038/s41415-019-0232-8.
70. Joiner, A.; Pickles, M.J.; Matheson, J.R.; Weader, E.; Noblet, L.; Huntington, E. Whitening Toothpastes: Effects on Tooth Stain and Enamel. *Int. Dent. J.* **2002**, *52*, 424–430, doi:10.1111/j.1875-595X.2002.tb00732.x.
71. Collins, L.Z.; Naeeni, M.; Platten, S.M. Instant Tooth Whitening from a Silica Toothpaste Containing Blue Covarine. *J. Dent.* **2008**, *36*, 21–25, doi:10.1016/j.jdent.2008.02.006.
72. Joiner, A. A Silica Toothpaste Containing Blue Covarine: A New Technological Breakthrough in Whitening. *Int. Dent. J.* **2009**, *59*, 284–288.
73. Jamwal, N.; Rao, A.; Mc, G.S.; K, R.S.; Bh, M.P.; Jodalli, P.; Ks, A.; Br, A. Effect of Whitening Toothpastes on the Surface Roughness and Microhardness of Human Teeth-an in Vitro Study. *Clin. Oral Investig.* **2023**, *27*, 7889–7897, doi:10.1007/s00784-023-05381-9.
74. Alpan, A.L.; Özdede, M. Investigation of the Effects of Whitening Toothpastes on Enamel and Cementum Surfaces. *J. Stomatol.* **2020**, *73*, 55–64, doi:10.5114/jos.2020.96116.
75. van Loveren, C.; Duckworth, R.M. Anti-Calculus and Whitening Toothpastes. *Monogr. Oral Sci.* **2013**, *23*, 61–74, doi:10.1159/000350698.
76. Quinonez Vivas, D.L.; Mena Silva, P.A. Abrasive effect of activated charcoal-containing tooth whitening dentifrices. Literature review. *Rev. SAN Gregor.* **2022**, 108–122, doi:10.36097/rsan.v0i49.1950.
77. Tao, D.; Sun, J.N.; Wang, X.; Zhang, Q.; Naeeni, M.A.; Philpotts, C.J.; Joiner, A. In Vitro and Clinical Evaluation of Optical Tooth Whitening Toothpastes. *J. Dent.* **2017**, *67S*, S25–S28, doi:10.1016/j.jdent.2017.08.014.
78. Young, S.; Parkinson, C.; Hall, C.; Wang, N.; Milleman, J.L.; Milleman, K.R. A Randomized Clinical Study Investigating the Stain-Removal Potential of Two Experimental Dentifrices. *J. Clin. Dent.* **2015**, *26*, 96–103.
79. Shamel, M.; Al-Ankily, M.M.; Bakr, M.M. Influence of Different Types of Whitening Tooth Pastes on the Tooth Color, Enamel Surface Roughness and Enamel Morphology of Human Teeth. *F1000Research* **2019**, *8*, 1764, doi:10.12688/f1000research.20811.1.
80. Ghajari, M.F.; Shamsaei, M.; Basandeh, K.; Galouyak, M.S. Abrasiveness and Whitening Effect of Charcoal-Containing Whitening Toothpastes in Permanent Teeth. *Dent. Res. J.* **2021**, *18*, 51.
81. Koc Vural, U.; Bagdatli, Z.; Yilmaz, A.E.; Yalçın Çakır, F.; Altundaşar, E.; Gurgan, S. Effects of Charcoal-Based Whitening Toothpastes on Human Enamel in Terms of Color, Surface Roughness, and Microhardness: An in Vitro Study. *Clin. Oral Investig.* **2021**, *25*, 5977–5985, doi:10.1007/s00784-021-03903-x.
82. Patil, P.A.; Ankola, A.V.; Hebbal, M.I.; Patil, A.C. Comparison of Effectiveness of

- Abrasive and Enzymatic Action of Whitening Toothpastes in Removal of Extrinsic Stains - a Clinical Trial. *Int. J. Dent. Hyg.* **2015**, *13*, 25–29, doi:10.1111/idh.12090.
83. Hazar, A.; Hazar, E. Effects of Whitening Dentifrices on the Enamel Color, Surface Roughness, and Morphology. *Odovtos - Int. J. Dent. Sci.* **2023**, *25*, 20–29, doi:10.15517/IJDS.2022.50981.
  84. Coppini, E.; Pierote, J.J.; Prieto, L.; Câmara, J.; Barbosa, I.; Pereira, G.; Tinoco, J.; Vianna, R.; Groisman, S.; Dias, C.; et al. Surface Roughness Evaluation and Whitening Efficiency on Tooth Enamel after Using Whitening Toothpaste: A Randomized Double-Blinded Study. *Biosci. J.* **2022**, *38*, e38056, doi:10.14393/BJ-v38n0a2022-59876.
  85. Young, S.; Mason, S.; Milleman, J.L.; Milleman, K.R. A Randomized Clinical Study to Evaluate the Effect of an Ultra-Low Abrasivity Dentifrice on Extrinsic Dental Stain. *Am. J. Dent.* **2017**, *30*, 255–261.
  86. Epple, M.; Meyer, F.; Enax, J. A Critical Review of Modern Concepts for Teeth Whitening. *Dent. J.* **2019**, *7*, 79, doi:10.3390/dj7030079.
  87. Tomás, D.B.M.; Pecci-Lloret, M.P.; Guerrero-Gironés, J. Effectiveness and Abrasiveness of Activated Charcoal as a Whitening Agent: A Systematic Review of in Vitro Studies. *Ann. Anat. Anat. Anz. Off. Organ Anat. Ges.* **2023**, *245*, 151998, doi:10.1016/j.aanat.2022.151998.
  88. Bruno, M.; Taddeo, F.; Medeiros, I.S.; Boaro, L.C.C.; Moreira, M.S.N.A.; Marques, M.M.; Calheiros, F.C. Relationship between Toothpastes Properties and Patient-Reported Discomfort: Crossover Study. *Clin. Oral Investig.* **2016**, *20*, 485–494, doi:10.1007/s00784-015-1539-8.

## SITOGRAFIA

- [1]: <https://www.dentaljournal.it/erosione-dentale-disturbi-alimentazione/>
- [2]: <https://www.juniordentist.com/abrasion-of-teeth.html>
- [3]: <https://www.centroodontoiatricogrimaldi.it/blog/2023/11/bruxismo/>
- [4]: <https://newgisbornedentalhouse.com.au/abfraction-abfraction-lesions-what-are-they/>
- [5]: <https://www.ideedaprodurre.com/prodotto/munsell-color-tree/>
- [6]: [https://whwplastics.com/shop/vita-classical-a1-d4-with-vita-bleached-shades/?doing\\_wp\\_cron=1707686684.2679619789123535156250](https://whwplastics.com/shop/vita-classical-a1-d4-with-vita-bleached-shades/?doing_wp_cron=1707686684.2679619789123535156250)
- [7]: <https://www.sorrisoesalute.it/fluorosi-caratteristiche-e-modalita-di-trattamento/>
- [8]: <https://www.studiorao.it/sbiancamento-dentale/>
- [9]: [https://www.aiditalia.it/wp-content/uploads/2019/05/GSK\\_AIDI\\_Dispensa\\_Sbiancamento-Denti\\_Fabia\\_Profilo.pdf](https://www.aiditalia.it/wp-content/uploads/2019/05/GSK_AIDI_Dispensa_Sbiancamento-Denti_Fabia_Profilo.pdf)
- [10]: <https://curaseptspa.it/prodotti/curasept-whitening-collutorio-sbiancante/>
- [11]: <https://curaprox.it/shop/cure-dentali/black-is-white-chewing-gum>
- [12]: <https://www.blanx.it/o3x/kit-strisce-sbiancanti>
- [13]: <https://curaseptspa.it/prodotti/curasept-luxury-whitening-gold/>
- [14]: <https://www.teethtab.mx/en/post/myth-or-reality-activated-charcoal-and-teeth-whitening>

## RINGRAZIAMENTI

*Dedico questa parte dell'elaborato agli affetti che ho avuto accanto nel portare a termine il mio percorso di studi.*

*Sento di rivolgere un ringraziamento particolare alla mia relatrice, la Prof.ssa Giovanna Orsini, per la sua indiscussa professionalità e disponibilità, consentendomi di scegliere il tema di questa Tesi.*

*Aggiungo uno speciale ringraziamento anche alla mia correlatrice, la Dott.ssa Flavia Vitiello, che mi ha guidato nella stesura di questa Tesi supportandomi, consigliandomi e accompagnandomi fino a raggiungere il traguardo più importante del mio percorso accademico.*

*Grazie a babbo e mamma, presenze costanti nella mia vita e senza le quali difficilmente sarei arrivata a questo punto.*

*Babbo, grazie perché nonostante tu sia di poche parole, quelle che mi dici sono sempre quelle giuste, al momento giusto.*

*Mamma, grazie perché sei riuscita a farmi capire cosa significa quella frase che dici spessissimo e che mi è entrata nel cuore e nella mente: "Sperare sempre e disperare mai".*

*Grazie ai miei nonni: a nonna, perché con i suoi abbracci e le sue premure riesce sempre a farmi capire quanto mi vuole bene e a nonno perché mi ha insegnato a non smettere mai di lottare e oggi sarebbe fiero di me.*

*Grazie ad Annamaria e Roberto, presenti nella mia vita dai tempi dell'asilo, che con la loro saggezza e allegria mi hanno cresciuto come se fossi stata di famiglia.*

*Grazie anche a te, dolce Herbie, che spesso e volentieri sei stato la mia silenziosa compagnia mentre scrivevo la Tesi, a parte qualche abbaio e momento di gioco.*

*Ringrazio i miei amici ma solo quelli veri: sono felice che le nostre strade si siano incrociate; ognuno di voi, a proprio modo, c'è sempre stato per me, sia per ridere e scherzare che per confortarmi quando ne ho avuto bisogno. D'altronde, gli amici sono la famiglia che ti scegli.*

*Grazie ai miei cari amici-colleghi di studio: siete stati una parte fondamentale durante questi tre anni in cui abbiamo condiviso non solo la parte didattica ma anche quella affettiva e mi auguro di avervi ancora nella mia vita.*

*Un ringraziamento speciale lo voglio dedicare a me stessa, al mio impegno e alla mia determinazione perché, comunque, chi ha studiato sono stata io e sono orgogliosa di essere arrivata fin qui, consapevole che se “affidi al Signore le tue opere, i tuoi progetti avranno successo” (Proverbi 16:3).*