

Vroeg begin is goed gewin: aspekte van breinnavorsing relevant tot aanvangsonderrig vir klavierleerders

Theresa van Niekerk en Caroli van Niekerk

Caroline van Niekerk is professor in Musiekopvoeding aan die Universiteit van Pretoria. Theresa van Niekerk het kort voor haar afsterwe in 2009 haar tweede doktorsgraad in musiek voltooi

OPSOMMING

Breinfunksionerings- en -ontwikkelingsliteratuur identifiseer toepasbare aspekte vir die verbetering van aanvangsonderrig vir pianiste:

- Benutting van die jong brein se vermoë tot plastiese verandering na stimulasie
- 'n Geleentheidsvensterperiode vir optimale prestasie
- Belangrikheid van vroeë aanvang van klavieronderrig
- Ontwikkeling van absolute toonhoogtesin in reaksie op vroeë klavieronderrig
- Ontwikkeling van optimale tegniese vaardighede in reaksie op vroeë musiekonderrig
- Belangrikheid van genoegsame herhaling vir vaslegging van tegniese vaardigheid en informasie in die langtermyngeheuestore van die brein
- Groepsmusiekonderrig vir jong leerders
- Interaksie tussen omgewingsfaktore en die individu se genetiese potensiaal vir optimale musikale prestasie
- Rol en invloed van emosie, chemiese oordragstowwe en hormone op musikale prestasie
- Dissipline en verhouding tussen onderwyser en leerder.

SUMMARY

Literature on brain functioning and development reveals applicable aspects for improving beginner piano teaching:

- Using the young brain's plasticity in reaction to stimuli
- A window of opportunity for optimal achievement
- Importance of early piano tuition
- Development of absolute pitch with early piano tuition
- Development of optimal technique as a result of early music tuition
- Importance of sufficient repetition for technical skill and fixing information in long-term memory
- Group music tuition for young learners
- Interaction between the environment and individuals' genetic potential for optimal musical achievement
- Role and influence of emotion, secreted chemicals and hormones on musical achievement
- Discipline and the relationship between teacher and pupil.

Inleiding

The human brain is by far the most complex structure in the known universe. The extraordinary properties of this three or so pounds of soft tissue have made it possible for Homo Sapiens to dominate the earth, change the course of evolution through genetic engineering, walk on the moon and create art and music of surpassing beauty. We do not yet know the limits of the human mind and what it can accomplish (Thompson 2000: 1-2).

Hierdie beskrywing laat nouliks reg geskied aan die vermoë van die brein. Die brein is so klein dat dit gemaklik in 'n mens se twee hande pas, maar is so kompleks dat die presiese werking daarvan nog nie deur wetenskaplikes bepaal is nie. Die probleem vir navorsers is grootliks daarin geleë dat dit nie net die biologie of fisiologie is wat

ter sprake is nie, maar ook hoe die verskillende breinareas saamwerk om boodskappe van buite of binne die brein te stuur en te ontvang. Verder maak die rol van abstrakte fasette soos emosies, geheue, psige, oorerwing, ondervinding en omgewingsfaktore dit baie moeilik om 'n geheelbeeld van die brein te verkry.

Die brein is die setel vanwaar alle mentale, kognitiewe en motoriese aktiwiteite gereguleer word. Pedagoë soek na antwoorde rondom die werking van die brein om verbeterde onderrig aan leerders te voorsien. Nuwe informasie betreffende die samestelling en veral die funksionering van die brein wat na vore gekom het aan die een kant, en klavieronderrig van beginnerleerders aan die ander kant, het albei in die onlangse verlede aansienlike prominensie in akademiese kringe geniet. Die vraag is in watter mate klavieronderrig baat kan vind by relatief nuutverworwe kennis aangaande breinfunksionering. Kan

hierdie kennis bydra om riglyne vir verbeterde onderrig van leerders daar te stel en veral om die aanvangsonderrig van klavierleerders te verbeter? Sal dit biologiese verklarings voorsien vir aspekte van die onderrig- en oefenproses wat onderwysers oor jare waargeneem het maar nog nooit neurologies kon verklaar nie? Vir die uitvoering van so 'n studie is die literatuur van verskeie interverweefde en oorvleuelende dissiplines ondersoek, soos veral biologiese, fisiologiese, filosofiese, kognitiewe en musikologiese neurowetenskappe en ontwikkeling-studies.

Alhoewel navorsers saamstem dat musiek (beluistering, beoefening, prosessering) een van die mees komplekse kognitiewe funksies is, het dit eers laat in die twintigste eeu die fokuspunt van sistematiese kognitiewe en neurologiese studie geword. Vanweë die multidimensionaliteit van musiek word dit beskou as die ideale medium of werktuig om bepaalde funksies van die brein mee te ondersoek. Musiek word deur navorsers beskou as 'n 'venster' waardeur die verskillende prosesse en werksaamhede van die brein deur moderne apparate waargeneem kan word.¹

Navorsing uitgevoer deur die medium van musiek was aanvanklik daarop gerig om te bepaal in watter areas van die brein musiek geprosesseer word. Hedendaagse navorsers konsentreer steeds op areas van musiekprosessering in die brein, maar die ondersoek van spesifieke aspekte daarvan is meer divers en sluit konsepte soos emosie, timbre, harmonieë (konsonant of dissonant), gehoor (absolute toonhoogtesin versus relatiewe toonhoogtesin) en musiekbeluistering in, asook veranderings wat as gevolg van beoefening of beluistering van musiek in die breine van musici plaasvind. Hierdie navorsing oor die brein en musiek het in wese egter baie min met musiek as kunswerk te make en geen duidelike riglyne vir klavieronderrig het tot dusver direk daaruit voortgevloei nie.

Daar is briljante voordraers wat op die oog af geen probleme ondervind om werke met tegniese virtuositeit en gepaste interpretasie voor te dra nie. Sulke hoogs begaafde pianiste is egter die uitsondering. Oor die algemeen stem die meerderheid klavieronderwysers waarskynlik saam dat die meeste van hul leerders wyd-verspreide probleme ten opsigte van bepaalde aspekte van klavierspel ondervind, soos onder meer die volgende:

- Swak bladleesvermoë
- Gebrekkige tegniese vaardigheid
- Toonlere wat nie met ritmiese vloei gespeel word nie
- Onsekerheid aangaande die konstruksie en vingersetting van toonlere
- Onvermoë om interalle en toonhoogtes te herken en/of korrek te sing
- Ritmepatrone wat nie korrek en/of vloeiend-ritmies uitgevoer word nie.

Die vraag is of bogenoemde tekortkominge in pianiste se

spel en kennis teruggevoer kan word na ondoeltreffende onderrig, veral tydens die aanvangsperiode. 'n Veelvoud van ineengestremde faktore werk saam om onbevredigende kennisoordrag tot gevolg te hê terwyl verskeie fasette betrokke is by optimale ontwikkeling van musikale kennis en vaardighede: dit strek vanaf die ouderdom waarop die kind met klavierles moet begin, die keuse van beginnersboek en kennis aangaande die onderrigbenadering wat toegepas word, die gebruik van preleesnotasie en duette in die beginnersboeke, die wyse waarop bladlees geïnisieer word en die oordrag van informasie deur die onderwyser, tot by die individu se genetiese samestelling en eiesoortige kognitiewe leervoerkeure. Tekortkomings in die onderrigsituasie bestaan waarskynlik ook as gevolg van gebrek aan kennis by onderwysers rakende die prosesse wat in die brein tydens die leerproses plaasvind.

Die groot aantal klavierleerders wat probleme ondervind met die basiese grondbeginsels van notasieles en die bespeling van die klavier mag 'n bevestiging wees van ontoereikende aanvangsonderrig. Dit is vir die klavieronderwyser belangrik om die prosesse te verstaan wat tydens die onderrig- en oefenproses in 'n leerder se brein plaasvind. Twee uiters relevante aspekte hiervan is die funksionering van neurone en neurale netwerke en die werking van geheue, soos hierna bespreek.

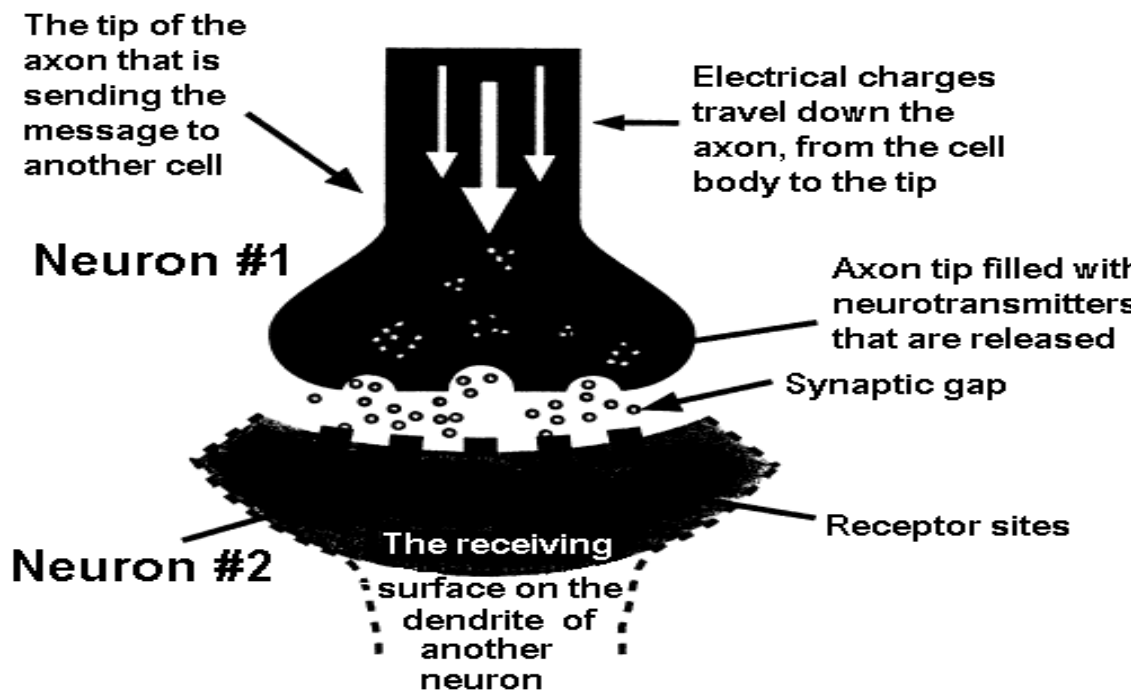
2. Neurone en neurale netwerke

Die brein bestaan uit sensuele wat neurone genoem word. Neurone vorm takagtige uitsteeksel, genaamd dendriete, wat in reaksie op stimulering vorm. 'n Wisselende aantal dendriete kan uit 'n neuron spruit. Soms is daar soveel dendritiese vertakkings wat uit 'n enkele neuron spruit dat die geheelbeeld die voorkoms van 'n boom verkry (Thompson 2000: 40). Elke neuron beskik ook oor 'n lang, dun gedeelte wat as die akson bekend staan. Aksone is in staat om oor en oor in twee te verdeel ten einde met duisende ander dendriete te verbind (Stevens 1979: 49).

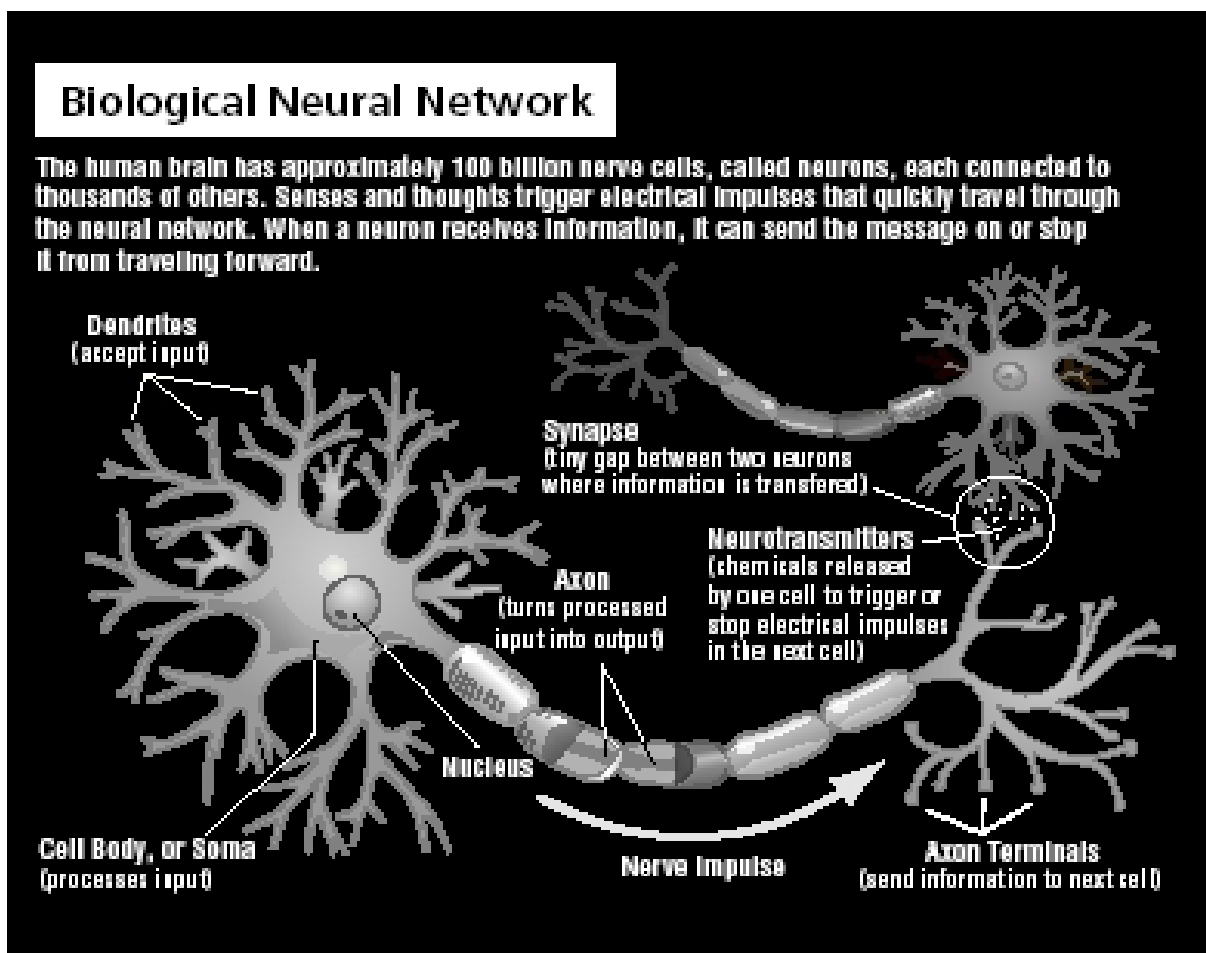
In reaksie op stimulering, vervoer aksone elektriese impulse uitwaarts vanaf die selligaam terwyl dendriete die elektriese ladings terug herlei na die selligaam (Goldblum 2001: 24). Die kontakpunte tussen aksone en die dendriete van naasliggende neurone word sinapse genoem. 'n Sinaps is in werklikheid 'n klein spasie, soms die sinaptiese 'spleet' genoem (Plug et al. 1997: 339) (kyk Figuur 1).

'n Tipiese neuron kan duisende sinaptiese kontakpunte met ander selle vorm (Thompson 2000: 34). Informasie word in die vorm van chemiese oordragstowwe van neuron tot neuron via die sinaptiese spleet oorgedra. Hierdie proses van die oordrag van impulse en die meganismes wat tydens die proses aktief is, word in Figuur 2 geïllustreer.

Wanneer 'n spesifieke beweging of die invoer van dieselfde impulse telkemale herhaal word, raak die neurale oordrag meer doeltreffend. Neurale netwerke ontwikkel wanneer impulse herhaaldelik heen en weer tussen verskillende neurone gestuur word sodat daar lusse ontstaan met 'n



Figuur 1: Sinaps (Jensen 1998: 14)



Figuur 2: Biologische neurologische netwerke (www.scienceclarified.com/scitech/images/ljai_...)

wye verskeidenheid kombinasies en met talle verskillende neurone in 'n ketting (Goldblum 2001: 27). Vir alle prosesse wat met leer en die aanleer van vaardighede te make het, is die vorming van uitgebreide, gevestigde neurale netwerke van kardinale belang.

Volgens Kotulak is 'n belangrike eienskap van die werking van die brein dat dit 'beter' raak hoe meer dit gebruik word. Hy stel dit soos volg: 'the brain gets better and better through exercise, but 'rusts' with disuse. It is the ultimate use-it-or-lose-it machine, placing the ability to build brain power squarely into the hand of each of us' (Kotulak 1994: xiii).

3. Geheue

Sonder geheue kan daar geen leer plaasvind nie en sou 'n persoon ook nie kon klavierspeel nie. Volgens Squire en Kandel (1999: 45) verskil die korttermyngeheue van die langtermyngeheue deurdat eersgenoemde nie permanente anatomiese of chemiese veranderinge in die brein tot gevolg het nie terwyl die langtermyngeheue dit wel doen. Die twee tipes geheue word ook in verskillende areas van die brein gestoor (Goldblum 2001: 89-90). Die langtermyngeheue word in die korteks, aan die buitekant van die brein, gestoor. Hierdie gevestigde neurale netwerke word dikwels as die 'hard wiring' van die brein beskryf. Die korttermyngeheue word slegs naby die middelpunt van die brein gestoor en betrek net 'n klein aantal neurone (Goldblum 2001: 89-90). Langtermyngeheue ontwikkel as 'n resultaat van langdurige, volgehoue herhaling (Snyder 2000: 52). Informasie wat die brein binnekom deur die korttermyngeheue hou egter nie onbepaald nie en vervaag mettertyd, behalwe wanneer dit deur die proses van herhaling lewend gehou word. Snyder verduidelik:

Rehearsal is necessary not only to maintain information temporarily as a short-term memory, but to store that information more permanently in long-term memory. The longer the contents of short-term memory are kept active, the more likely they are to persist as long-term memory (2000: 52).

4. Belangrike breinfunksioneringsaspekte

Veral vier aspekte in verband met die ontwikkeling en funksionering van die brein is belangrik vir alle prosesse van leer en studeer, en gevolglik ook vir klavieronderrig, naamlik:

- Die vermoë van die brein om van vorm te verander in reaksie op stimulering en die omgewing, 'n proses wat bekend staan as die plastisiteit van die brein
- Die vermoë tot verhoogde plastisiteit wat eenmalig in 'n jong kind se lewe voorkom en waarna navorsers verwys as die **geleentheidsvensterperiode** (*window of opportunity*)
- Oorerwing of ondervinding (*nature or nurture*)

- Die vermoë van die brein om **emosies** op te wek. Emosie kan 'n beduidende invloed op die prestasie van leerders uitoefen.

4.1 Plastisiteit van die brein

Die heel belangrikste faset van breinfunksionering en -ontwikkeling ten opsigte van leer is die eienskap van plastisiteit, die lewenslange vermoë van die brein om aan te pas by omgewingstoestande, gebaseer op die vermoë van die sentrale senuweestelsel, en van die brein self, om van vorm te verander (Pantev et al. 2001: 300). Diamond en Hopson (1998: 2) definieer die brein, met sy komplekse argitektuur en onbeperkte vermoë, as 'n hoogs plastiese, konstant-veranderende entiteit wat daadwerklik deur die mens se ondervindings gevorm word. Die vermoë tot plastiese veranderings vorm inderwaarheid die boustene van die ontwikkeling van die jong brein, waarby fenomene soos die ontwikkeling van 'n uitsonderlike goeie gehoor en uitstaande tegniese vaardighede ingesluit word.

Die bespeling van 'n musiekinstrument lei tot plastiese veranderings, meestal vergrotings, in spesifieke areas in die brein van die leerder. Dit word teweeggebring as 'n resultaat van 'n oefenproses, met ander woorde bepaalde fisiese en mentale aktiwiteite wat volhoudend oor verloop van tyd uitgevoer word. Volgens Pascual-Leone (2001: 315-6): 'To play an instrument, the nervous system is modified as a consequence of practice to yield the necessary changes in ability. We refer to this experience-dependent modification in neural structure as plasticity.'

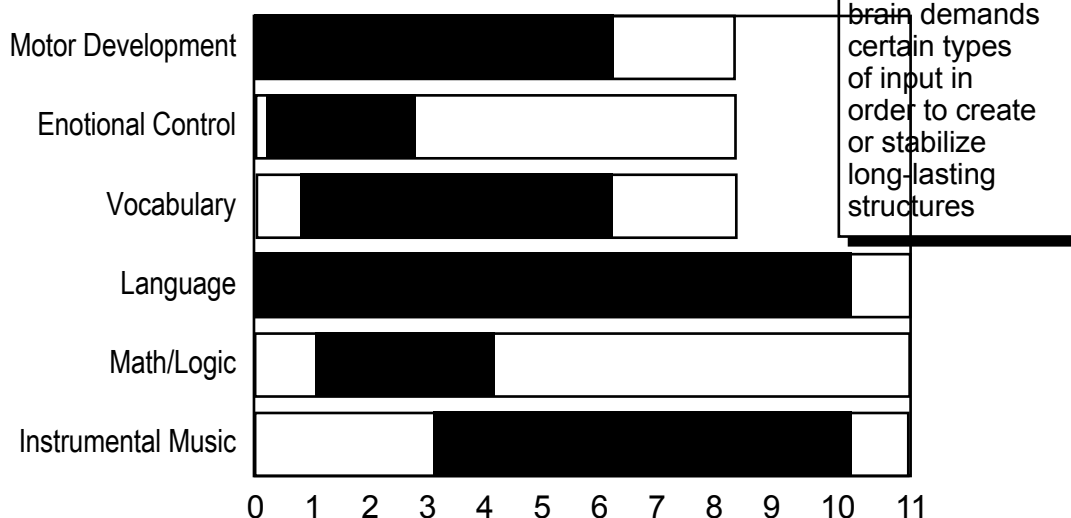
4.2 Geleentheidsvensterperiode

Geleentheidsvensters het betrekking op optimale of kritieke ontwikkelingsperiodes wat voorkom gedurende die eerste paar jaar van 'n kind se lewe. Stimuli kom die brein binne deur 'vensters' wat 'oopgaan' op verskillende tye. Wanneer die venster 'toegaan' is die implikasie dat die brein moeisamer of glad nie reageer op stimuli van buite nie (Greenough & Black 1992: 156). Hoe meer informasie deur die (oop) venster van die brein binnekom, hoe groter is die aantal verbindings wat geskep word. Gevolglik kan die leerprosesse vinniger plaasvind en motoriese aktiwiteite en ander vaardighede makliker aangeleer word (Diamond & Hopson 1998: 58-63; Gruhn 2004: 2; Wolfe & Brandt 1998: 12).

Gedurende vroeë kinderjare word kennis en vaardighede beter aangeleer as later wanneer die persoon ouer is. Taalgebruik en die bespeling van 'n musiekinstrument is van die vaardighede wat spesifiek tydens hierdie periodes beter aangeleer word as in latere jare (Kotulak 1994: 7; Petersen 2000: 69). Figuur 3 toon die geleentheidsvensterperiodes vir die ontwikkeling van onder meer motoriese vaardigheid, taal, en musiekontwikkeling aan.

Volgens Rauschecker (2001: 335) is 'n persoon se motoriese vermoëns smeebaarder tydens hierdie vroeë fases en die jong kind se gehoor sensitiewer vir self-

Windows of Opportunity as a Child's Brain Matures



Figuur 3: Geleentheidsvensters van die jong kind se brein (Sousa 2001: 24)

organisasie. Dit is van die redes waarom 'n jong kind makliker 'n musiekinstrument aanleer as 'n ouer persoon. Kotulak beskryf die brein tydens hierdie vroeë kinderjare as 'n *super-sponge* wat veral absorberend is vanaf geboorte tot twaalfjarige ouderdom. Hy sê verder:

... the brain can reorganize itself with particular ease early in life during crucial learning periods, when connections between brain cells are being made and broken down at an enormous rate. Information flows easily into the brain through 'windows' that are open for only a short duration ... It is during this period, and especially the first three years, that the foundations for thinking, language, vision, attitudes, aptitudes, and other characteristics are laid down. Then the windows close, and much of the fundamental architecture of the brain is completed (1994: 7).

Sousa (2001: 25) en Sylwester (1998: 33) wys ook daarop dat persone wat die hoogste sport bereik in aktiwiteite wat motoriese aksie vereis, soos Olimpiese atlete, professionele sportspelers en balletdansers, gewoonlik hulle vaardighede begin aanleer het voordat hulle ses jaar oud was. Vir klavieronderwysers beteken dit dat die geleentheidsvensterperiode, met die uitsonderlike plastiese vermoë waarvoor die jong brein beskik, 'n kosbare tydgleuf in die leeftyd van hul leerders is wat ten alle koste maksimaal benut behoort te word.

Die bevinding dat daar 'n optimale periode vir musiekontwikkeling is, beïnvloed uit die aard van die saak verskeie fasette van onderrig, waaronder veral die volgende:

- Aanvangsouderdom
- Gehoorontwikkeling
- Tegnieese ontwikkeling
- Ontwikkeling van die vermoë om toonhoogtes en ritmiese patrone vloeiend-korrek uit te voer.

4.2.1 Aanvangsouderdom

Die ouderdom waarop leerders met klavieronderrig begin, speel 'n bepalende rol in die suksesse en mislukkings wat met die onderrig behaal word. Al die kernvaardighede van musiekmaak word beïnvloed deur die ouderdom waarop die leerder die eerste keer formeel daarmee kennis maak, meestal tydens die eerste fase van klavieronderrig. Hoe jonger die kind is wanneer hierdie leerfase betree word, hoe groter is die kans op sukses. Leerders wat eers na tienjarige ouderdom met klavieronderrig begin, begin alreeds met 'n agterstand wat baie moeilik indien ooit ingehaal sal word. Die siening dat kinders eers moet kan lees en skryf en eenvoudige wiskundige verwerkings doen voordat hulle met klavierles begin, is dus nie net verkeerd nie, maar dit ontnem die leerder ook die geleentheid tot maksimale ontwikkeling van musikale prestasie.

4.2.2 Gehoorontwikkeling

Musikale absolute toonhoogtesin is die vermoë om die toonhoogte van een bepaalde toon by name vas te stel (of te sing) sonder om dit vooraf met 'n ander toonhoogte te vergelyk (Van Blerk 1994: 22). Absolute toonhoogtesin is 'n rare verskynsel en daar word bereken dat slegs .01% van die algemene bevolking daarvoor beskik (Siegel & Siegel 1977: 143). Aanduidings vanaf so vroeg as 1916 (Copp

1916: 297) is dat absolute toonhoogtesin slegs voorkom by kinders wat heel vroeg met musiekstudies begin (Baharloo et al. 1998: 224; Byrd 1976: 259; Crozier 1997: 111; Hargreaves & Zimmerman 1992: 386; Hendrikse 1982: 13; Jourdain 1998: 115; Russo et al. 2003: 119-127; Scott-Kassner 1992: 643; Sergeant & Roche 1973: 39-40).

Die fenomeen van absolute toonhoogtesin is sedert die 1990s ook deur neurowetenskaplike navorsers ondersoek deur gebruik te maak van skanderingsapparate. Hierdie studies, van onder meer Gottfried Schlaug (2001: 281-299) aan die Harvard Universiteit te Massachusetts, het getoon dat spesifieke breinstrukture en -funksie verander in reaksie op die aanleer van musikale vaardighede, vroeë aanvang van musiekonderrig en intensiteit van oefenpraktyke. Hierdie navorsing het bevestig dat absolute toonhoogtesin feitlik uitsluitlik voorkom by leerders wat vóór sewejarige ouderdom met musiekonderrig begin het.

Ontleding van die bestaande literatuur rondom die verskynsel van absolute toonhoogtesin word volgens Baharloo et al. (1998: 224) bemoeilik deurdat groot variasies voorkom in die toetsings wat tot dusver onderneem is. Daar bestaan wel konsensus in die geraadpleegde bronne dat kinders vroeër eerder as later met musiekonderrig moet begin, maar daar is nie eenstemmigheid oor die presiese ouderdom vir die aanvang van formele musiekontwikkeling om te verseker dat absolute toonhoogtesin sal ontwikkel nie. Crozier (1997: 119) skryf egter: 'in the case of reference tone analyses of absolute pitch, while practice may make perfect, it is a matter of the earlier the better.'

Die navorsing rondom die akkuraatheid van jong babas se gehoor en hul potensiaal om, gegewe die nodige stimulasie en vroeë blootstelling, absolute toonhoogtesin te ontwikkel, is baie waardevolle informasie vir die klavieronderwyser. Alhoewel daar moontlik verskeie oorsake mag wees waarom kinders dit soms so moeilik vind om toonhoogtes te identifiseer of te sing, is dit baie waarskynlik dat leerders wat sukkel met die herkenning en sing van toonhoogtes en interalle laat met musiekonderrig begin het en daar nie 'n betroubare 'geheuebank' vir toonhoogtes in die langtermyngeheuestore vasgelê is nie.

4.2.3 Tegniese ontwikkeling

Thompson (2000: 366) wys daarop dat wanneer nuwe motoriese vaardighede aangeleer word, soos byvoorbeeld om klavier te speel, spesifieke stimuli geassosieer word met spesifieke opeenvolgende bewegings. Hierdie aktiwiteite verg aanvanklik aansienlike konsentrasie en inspanning en stimulus-geassosieerde bewegings moet herhaaldelik geoefen word. Namate die vaardigheid gaandeweg verbeter, kan die vlak van konsentrasie daal. Die bewegings is dan in die langtermyngeheuestore vasgelê. Alhoewel 'n mens normaalweg nie daarvan bewus is dat die vaardigheid in die langtermyngeheuestore vasgelê is nie, sal die vaardigheid, volgens Thompson (2000: 336), daar wees wanneer dit benodig word. Oefentye wat nie te lank duur nie en eerder oor 'n tydperk versprei is, is baie doeltreffender vir beide

kort- en langtermyngeheue. 'n Lang periode van onbruik sal waarskynlik 'n mate van 'onfiksheid' in die tegniese vaardigheid veroorsaak en 'n mate van 'verroestheid' ten opsigte van teoretiese aspekte, maar die onderliggende vaardigheid en kennis sal behoue bly en weer gemaklik met oefening verbeter.

Bepaalde areas van die korteks vergroot in reaksie op die langdurige blootstelling of onderwerping aan die herhaalde motoriese bewegings van die oefenproses. Dit gebeur veral in die breine van jong musici. Die afleiding van neurowetenskaplike navorsers aangaande hierdie vergrotings in die breinstrukture is dat sodanige veranderings noodsaaklik is om vaardigheidsvlakke van musici te verhoog sodat 'n instrument makliker en beter bespeel kan word (Pantev et al. 2001: 300-314; Pascual-Leone 2001: 315-329; Schlaug 2001: 281-299). Volgens Schlaug (2007) is dit moontlik dat sommige mense oor breine met anatomiese veranderlikheid beskik wat hulle in staat stel om spesifieke vaardighede makliker aan te leer, maar dat, vanweë die plastisiteit van die brein, intensiewe oefening oor 'n lang periode, breinstruktuur en -funksie sal verander. Hierdie vergrotings van spesifieke breinareas, wat volg op herhaalde motoriese bewegings, is dus baie waarskynlik 'n noodsaaklike voorvereiste vir uitnemende tegniese prestasie.

Nog 'n afleiding wat uit hierdie informasie gemaak kan word, is dat pianiste wat byvoorbeeld eers na ongeveer tienjarige ouderdom klavierles begin neem, moeilik op tegniese gebied sal kan kompeteer met pianiste wat byvoorbeeld vyf of meer jaar vroeër met klasse begin het. Dit het nie noodwendig te make met die musikale vermoë waaroor die laat-beginner beskik of nie beskik nie – dit gaan eerder daaroor dat die omvang van plastiese veranderings en vergrotings, wat musici se tegniese vaardigheid verhoog, nie in dieselfde mate in die ouer brein plaasevind het nie.

Dit is belangrik om konsepte korrek vas te lê. Sou 'n leerder byvoorbeeld dieselfde passasie oor en oor met verkeerde tegniese bewegings, verkeerde note en/of ritme oefen, word die verkeerde informasie ingeoefen en in gevestigde verbindingsnetwerke vasgelê. Dit maak dit baie moeilik vir die leerder om dit later te korrigeer. Onder eksamen- of ander strestoestande² sal die oorspronklike verkeerde vaslegging weer na vore kom. Dit is ewe gevaarlik wanneer die leerder 'n passasie herhaaldelik oefen, maar soms reg speel en soms verkeerd. Dit sal die vaslegging in die brein nadelig beïnvloed en onsekerheid sal telkens ontstaan wanneer die spesifieke passasie gespeel word. Die boodskap hieruit is duidelik: leerders moet informasie die eerste keer op die regte manier vaslê en dit daarna genoegsaam herhaal sodat gevestigde verbindingsnetwerke kan ontwikkel waarin hierdie kennis en vaardighede korrek in die langtermyngeheuestore van die brein vasgelê word.

Tegniese probleme kan ook voorkom wanneer die onderwyser 'n leerder se tegniek na die ouderdom van ongeveer tien jaar ingrypend verander en byvoorbeeld daarop aandring dat 'n ander handposisie gebruik word as

dit waaraan die kind se brein gewoon geraak het en wat in die langtermyngeheuenetwerke vasgelê is.

4.2.4 Ontwikkeling van die vermoë om toonhoogtes en ritmiese patrone vloeiend-korrek uit te voer

Basiese teoretiese konsepte, soos byvoorbeeld die lees van toonhoogtes, toonsoorttekens van die onderskeie toonsoorte en die samestelling van toonlere en akkoorde, moet so dikwels herhaal word dat dit permanent in die langtermyngeheuestore gevestig word. Ook die herkenning en begrip van, en vaardigheid met, die uitvoering van nootwaardes en ritmepatrone moet langdurig en intensief herhaal word om volkome vertrouwdheid daarmee op te bou. Word dergelike informasie slegs in die korttermyngeheue verwerk, sal dit na 'n tyd vervaag en sal dit nie 'n langdurige invloed op die leerder se klavierspel kan uitoefen nie. In sulke gevalle is dit baie waarskynlik dat allerlei probleme ten opsigte van lees van note en uitvoering van ritmepatrone later kan ontstaan. Met ander woorde, dit mag bydra tot die probleme wat talle leerders met bladles ondervind.

Dit is die verantwoordelikheid van onderwysers om te verseker dat korrekte konsepte onuitwisbaar in die langtermyngeheue van die leerder se brein vasgelê word. In die praktyk beteken dit dat bepaalde aktiwiteite herhaaldelik oor 'n lang tydperk, selfs oor jare, uitgevoer moet word, en dat daar nie daarmee opgehou moet word as dit lyk asof die leerder dit bemeester het nie. Dit is nie voldoende om net te volg en speel wat in 'n beginnersboek staan nie. Herhaalde uitvoering van verskillende ritmepatrone en lees van notasie moet veel meer aandag kry as waarvoor daar in enige beginnersboek voorsiening gemaak word. Die 'krag' van hierdie tipe vaslegging is vergelykbaar met numeriese tafels wat laerskoolkinders in die verlede oor en oor in die klaskamer moes herhaal. Die meeste volwassenes wat hierdie proses deurloop het, sal waarskynlik kan getuig dat hulle tot op 'n gevorderde ouderdom sonder enige moeite die numeriese tafels onthou. Die onderrigmetode wat hierdie prestasie tot gevolg gehad het, was suiwer papegaaierwerk (*rote training*). Wat in werklikheid gebeur het, is dat die kennis in sterk en gevestigde verbindingsnetwerke vasgelê is, wat nie veel verander of verswak namate die persoon ouer word nie. Om werklik vaardig te raak in die uitvoering van verskillende basiese musikale konsepte is dit eweneens nodig dat daardie vaardighede ook so deeglik inge oefen/vasgelê word.

4.2.5 Groepsonderrig vir jong leerders

Die speel van musiekinstrumente in groepsverband is 'n veeleisende taak vir die menslike brein en betrek potensieel alle kognitiewe prosesse, onder meer aksie, persepsie, emosie, leer en geheue. Jong kinders kan baie baat vind by musiekklassie wat in groepsverband aangebied word. Groepklasse is veral belangrik vir pianiste. Klaviere is vanweë hul grootte besonder 'gebruikers-onvriendelik' is vir klein kinders; die meeste jong kinders is te klein om gemaklik voor die klavier te sit en speel, maar die aanvang van klavierlesse kan vervroeg word deur jong kinders in

groepsverband speel-speel bekend te stel aan musiek en musieknotasie. Die voordeel van sulke klasse is dat die basiese konsepte van musiekmaak stewig gevestig kan word voordat sulke kinders formeel met klavierles begin.

Om beelde/simbole te herken is nie normaalweg vir jong kinders 'n probleem nie. Neurologiese wetenskap het inderdaad daarop gewys dat kinders vanaf vier- tot sewejarige ouderdom hoofsaaklik ingestel is op beelding, omdat die regterhemisfeer op daardie stadium vinniger groei as die linkerhemisfeer (Hannaford 1995: 79; Ornstein 1997: 150). Alhoewel hulle nie vir lang periodes aaneen kan konsentreer nie, kan jong kinders meestal die ritmesimbole onder leiding van 'n onderwyser korrek uitvoer, byvoorbeeld met behulp van liggaamsbewegings (soos klap), slaginstrumente en klavierborde. Die grondbeginsels van die aanduiding van toonhoogte op die notebalk kan ook deur beelding aan die jong leerder verduidelik word.

Jong kinders is gewoonlik baie lief vir sing en hulle kan bewusgemaak word van die onderskeie toontrappe en die noodsaaklikheid daarvan om fyn te luister na die toonhoogtes wat hulle self sing. Die konsep van groepklasse vir die voorskoolse kind sluit inderdaad aan by die bevinding van neurowetenskaplikes dat vroeë kennismaking met musiek kan lei tot die ontwikkeling van verhoogde auditiewe onderskeiding deurdat 'n langtermyngeheue vir toonhoogtes daardeur kan ontwikkel.

Klavierleerders wat nie die geleentheid gebied word om groepklasse by te woon voordat hulle met formele onderrig begin nie, sal aanvanklik beslis agter wees by hul eweknieë wat wel so 'n geleentheid gehad het. Dit spreek vanself dat leerders wat, voordat hulle begin om in alle erns klavierles te neem, alreeds vertrou is met die verskillende aspekte van nootwaardes en toonhoogte, meer kan konsentreer op fasette soos handposisie en vingervaardigheid. Hulle sal waarskynlik ook makliker van gehoor kan speel. Verder het hulle die bykomstige voordeel dat konsepte, soos byvoorbeeld die uitvoer van ritmepatrone en aanvoeling van maat en maatslag, waarskynlik reeds permanent gevestig is in langtermyngeheuenetwerke. Dieselfde geld vir konsepte soos die lees van note op die notebalk.

4.3 Oorerwing of ondervinding (nature or nurture)

Die aangeleentheid van gene – dus oorgeërfde of aangebore talente – versus ondervinding en aangeleerde vaardighede is 'n onderwerp waarvoor nog nie volledige konsensus bereik is nie (Gagné 1999: 38; Sternberg 1995: 413). Veral ontwikkelingspsigoloë is baie gemoeid met die vraag of die gene, dus oorerwing, 'n groter rol speel tydens die ontwikkeling van 'n jong kind as ervaring wat opgedoen word in die leefwêreld/omgewing waarin die kind grootword.

Sternberg (1995: 440) het beweer dat bykans alle hedendaagse psigoloë glo dat beide ryping (*maturation*) en leer kognitiewe ontwikkeling beïnvloed en dat die twee

prosesse in wisselwerking met mekaar plaasvind. Volgens Jensen (1998: 30) is die algemene konsensus dat ongeveer 30% tot 60% van die brein se bedrading deur oorerwing bepaal word en 40% tot 70% deur die impak van die omgewing

Gruhn (2004: 1) verskaf 'n meer onlangse siening in dié verband wanneer hy verduidelik dat neurobioloë die brein as 'n aktiewe sisteem beskou wat geneties geprogrammeer is om op inkomende stimuli te reageer om die omgewing te ondersoek en 'n struktuur te ontwikkel waarvolgens eenderse en verskillende tipes patrone geïdentifiseer en herken kan word. Breinontwikkeling is afhanklik van aktiewe wisselwerking met 'n stimulerende omgewing. Volgens Gruhn (2004: 2) samel die brein informasie in wat deur sensoriese impulse ingevoer word. Dit vergelyk inkomende stimuli op 'n deurlopende basis met informasie wat reeds in die geheuestore vasgelê is:

... one can say that the developing brain mirrors the way of its interactions with the environment. How much information and how fast it can be processed depends on the cognitive potential ... which is genetically determined. But within a given potential to learn, the mental architecture can be developed and will be elaborated by the way it is stimulated and used.

4.3.1 Die invloed van omgewing/ondervinding op die vorming van neurale netwerke

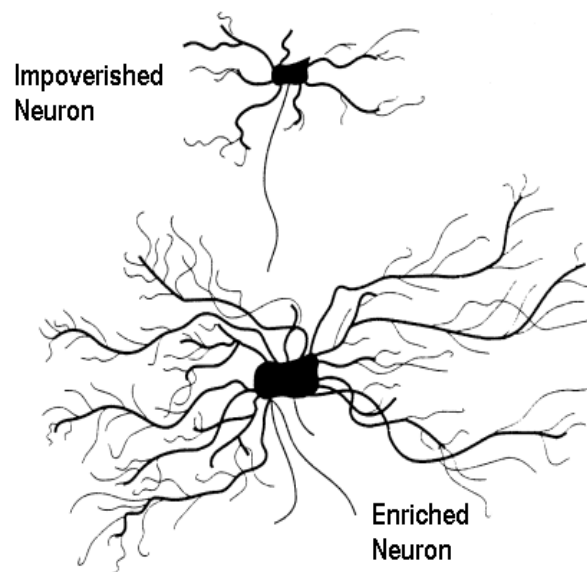
'n Opwindende bevinding in neurologiese navorsing was dat die breine van rotte wat in 'n 'verrykte' omgewing leef meer geweeg het as die breine van rotte in 'n 'verarmde' omgewing (Diamond 1988: 57). 'n 'Verrykte' omgewing beteken dat baie rotte saam in 'n groot hok aangehou is waarin 'n verskeidenheid vreemde voorwerpe geplaas was en waartoe die rotte vrylik toegang gehad het. Vir die rotte in die 'verarmde' omgewing was daar geen voorwerpe om te ondersoek nie, die kratte was klein en daar is slegs een rot in elke hok geplaas (Diamond 1988: 53). Soortgelyke bevindings is ook deur navorsing op muise bevestig (Kempermann et al. 1997: 493).

Uit die navorsing wat deur Diamond en Hopson (1998: 31) op rotte gedoen is, het die volgende fenomene na vore gekom, wat ook op mense van toepassing gemaak kan word:

- 'n Stimulerende omgewing moedig die groei en uitbreiding van neurale netwerke aan.
- Vind geen stimulasie plaas nie, word 'n inkrimping of vermindering van die aantal dendritiese verbindings ondervind. *Use it or lose it* is duidelik hier van toepassing.

Figuur 4 toon verrykte versus verarmde neurone:

How Enrichment Changes the Structure of Brain Cells



Figuur 4: Verrykte en verarmde neurone (Jensen 1998: 31)

4.3.2 Musikaliteit: hoofsaaklik oorerwing?

Wat musiektalent betref, is daar twee opponerende en uiteenlopende standpunte wat in essensie neerkom op die debat van oorerwing versus ondervinding: hoe belangrik is genetiese oordrag van musiektalent en hoe belangrik is die onderrig van musiek om 'n persoon werklik musikaal te maak? Trehub (in 'n onderhoud met Hodges 2000: 42) verskaf wat waarskynlik die volledigste en mees deurdagte waarneming is, naamlik dat 'n persoon wat werklik uitstaande musikale prestasie lewer, geseën moet wees met goeie genetiese materiaal en bevoorreg moet wees om in 'n omgewing groot te word waar vroeë blootstelling aan en later onderrig in musiek 'n hoë prioriteit is – die gene het dus die omgewing nodig en omgekeerd.

I believe that all human beings are equipped by nature to be musical although, like other skills such as athletic or intellectual skills, the underlying substrate, or potential, is likely to be normally distributed. This means that a few individuals have extremely high or low levels of skills and that most people fall within a general intermediate level of skills. Thus, unlike some other scholars who argue that anyone can become a musical genius with appropriate training and diligence, I maintain that exceptional levels of skill require contributions from nature as well as nurture. Nevertheless, appropriate training and practice can lead to considerably higher levels of musical skill than we currently see in the general population (Hodges 2000: 42).

Die geskilpunt ten opsigte van die belang van oorerwing versus die invloede en stimulasie uit die omgewing bring

in 'n sin nuwe hoop vir die musiekonderwysberoep. Navorsers soos Nelson en Bloom (1997: 997), Rose (1996: 21) en Sloboda en Howe (1991: 3-21) is dit eens dat stimulering tydens die vroeë kinderjare daartoe lei dat kinders hul vermoëns maksimaal kan ontwikkel: oorgeërfde gene is nie noodwendig van deurslaggewende belang nie. Die meeste leerders, gegewe die regte onderrig op die regte stadium, is tog in staat om bevredigende/goeie vordering te maak met die ontwikkeling van musikale vaardighede. Laasgenoemde stelling is in ooreenstemming met die siening van Gordon (1979: 4) dat alhoewel 'n kind se musikale aanleg nie verbeter kan word nie, die musikale vermoë wel kan ontwikkel indien musiekonderrig voor negejarige ouderdom 'n aanvang neem.

5. Emosie

Emosie was vir baie jare beskou as die swart skaap in die wetenskaplike soeke na die psige van die mens (Jensen 1998: 72); kognitiewe denke en emosie is deur wetenskaplikes as onverenigbaar beskou (LeDoux 1996: 20). Navorsing het egter bewys dat emosie wel 'n biologiese funksie van die liggaam is en dat emosies oor hul eie senuweeverbindings in die brein beskik (LeDoux 1996: 12).

Die onderwysberoep het eers redelik onlangs begin kennis neem van die rol wat chemiese stowwe in die brein in die leerproses en emosie speel (Jensen 2000: 201-202). Die mens se emosionele gemoedstemming word beïnvloed deur die afskeiding van chemiese stowwe (Pert 1999: 145). Die afskeiding van hormone en oordragstowwe soos dopamien³ en serotonien⁴ is noodsaaklik vir optimale studie (Tomlinson & Kalbfleisch 1998: 54). Chemikalieë se afskeiding in reaksie op stres is egter nie bevorderlik vir die leerproses nie. Volgens Rozanski (1988: 1011) het navorsing bevestig dat mentale stres 'n belangrike en tot dusver onbekende faktor in die bespoediging van meer ernstige kliniese koronêre gevalle tot gevolg het. Jensen (2000: 108) maan onderwysers om altyd 'n positiewe gesindheid teenoor leerders te openbaar. Die feit dat negatiewe opmerkings selfs 'n gesondheidsrisiko vir leerders mag inhou, is, volgens hom, 'stunning new evidence that speaks to the importance of positive teacher attitude.'

Wanneer die rol van emosie in klavieronderrig in oënskou geneem word, is die effek van afskuiwing, ook soms beskryf as die veg- of vlug-reaksie, belangrik, omdat hierdie toestand(e) 'n belangrike rol speel wanneer leerders in stresvolle omstandighede informasie moet absorbeer, of klavier moet speel, soos byvoorbeeld tydens eksamens of verhoogoptredes. Tydens stresvolle situasies word glukose, die liggaam se belangrikste bron van energie, uit die bergingsareas gemobiliseer. Die bloed, wat glukose en suurstof vervoer, word dan weggelei van organe soos die vel en ingewande, wat nie noodsaaklik is vir fisiese inspanning nie, en word vinnig herlei na belangrike organe soos die hart, die spiere van die skelet en die brein. Die verskuiwing in die vloei van die bloed word gedeeltelik teweeggebring deurdat sommige bloedvate vernou en ander vergroot, en

ook deur verhoging van die hartspoed (Sapolsky 1990: 106). Wolfe (1998: 62) verduidelik dat emosiebelaaide informasie nie deur die 'hoë' strukture van die brein beweeg nie, maar letterlik na 'onder' gestuur word na die primitiewer strukture vir instinktiewe reaksie, eerder as die gebruik van rasonele oordeel. Volgens Caine en Caine (1991: 64) wil dit voorkom asof afskuiwing baie hoë-orde⁵ kognitiewe funksies beïnvloed en sodoende 'n mens kan verhinder om te leer en oplossings vir probleme te vind. Dit veroorsaak ook dat 'n persoon nie nugter kan dink nie en dat reaksies meer outomaties en beperk word. Verwysend na die proses van afskuiwing, beklemtoon Caine (1997: 11-15) die gevare van afskuiwing vir leerders: 'When we feel threatened, we downshift our thinking, Downshifted people feel helpless; they don't look at possibilities; they don't feel safe to take risk or challenge old ideas. They have limited choices for behaviour.'

Leerders in 'n positiewe en ontspanne omgewing sal die beste vorder en waarskynlik 'n goeie selfbeeld ontwikkel (Jensen 2000: 108). Positiewe emosie en motivering, soos die montering van gevoelens van entoesiasme, ywer en vertroue, help leerders om doelwitte te stel en dit na te volg (Goleman 1995: 79). Jensen (1998: 72) maak die stelling dat wanneer daar geen passie teenwoordig is in die najaag van gestelde doelwitte nie, die doelwitte waarskynlik nie bereik sal word nie. Dit is inderwaarheid so dat indien daar geen positiewe passie by 'n aktiwiteit soos klavierspel betrokke is nie, 'n leerder nie eens geneë sal voel om enige doelwit na te streef nie.

Die brein floreer op uitdagings en funksioneer optimaal wanneer die kognitiewe prosesseringsvereistes so ingewikkeld is dat albei hemisfere betrek word (Levy 1983: 70; Tomlinson & Kalbfleisch 1998: 54). Onderwysers behoort dus te sorg dat daar vir leerders 'n uitdaging in die aanbieding van lesse is. Dit moet egter met groot omsigtigheid hanteer word: wanneer die eise wat gestel word te gevorderd is, ervaar die leerder stres en die brein skei 'n oorproduksie van sleuteloordragstowwe af wat 'n nadelige invloed op vordering en prestasie het. Indien, aan die ander kant, die werk te maklik is, is die brein nie geneë om te reageer nie en as 'n gevolg daarvan stel dit nie die vlakke van dopamien, serotonien en ander oordragstowwe vry wat nodig is vir optimale studie nie. Dit lei tot apatie (Tomlinson & Kalbfleisch 1998: 54).

Die rol wat die gemoedstoestand van beide leerder en onderwyser speel, is van kardinale belang vir 'n klavierleerder se vermoë om tot 'n afgeronde en bekwame musikus te ontwikkel. Emosies kan die onderrigproses óf verbeter óf benadeel en dit selfs kelder. Onderriggewers moet daarop bedag wees dat leerders die emosionele gesteldheid van die instrukteur aanvoel. Dit kan ook positief of negatief op die leerproses inwerk (Jensen 2000: 108). Indien die onderwyser daarin slaag om die leerder deur lof en aanmoediging te besiel met positiewe emosie, behoort so 'n leerder beter vordering te toon. Dit is al op vele terreine bewys, onder andere ook op die sportveld, dat persone wat in hulleself glo in staat is om selfs bo

hulle vermoë te presteer. Die teenoorgestelde is ook waar. Negatiewe emosies is inderwaarheid teenproduktief en sal klavierspel en –onderrig, wat veronderstel is om genot te verskaf, eerder in ‘n onaangename ervaring laat ontfaar. Versigtigheid is nodig wanneer terugvoering oor die leerder se spel gegee word. Gruhn (2004: 4) waarsku in hierdie verband: ‘To count mistakes and insist on how badly a student behaves cannot be as successful as a positive feedback and the experience that something has been achieved.’

Dit is uiteraard belangrik dat klavieronderwysers dissipline in hul lesse sal handhaaf. Wanneer die onderwyser egter te streng is en ‘n gevoel van vrees of senuweeagtigheid by die leerder veroorsaak, sal dit lei tot die afskeiding van chemiese oordragstowwe wat verhinder dat die leerder ontvanklik is vir die inname van informasie. Werk wat tuis deur leerders voorberei is, sal vanweë senuweeagtigheid waarskynlik nie ten beste voorgedra word nie, wat aanleiding kan gee tot verdere spanning. Aan die ander kant kan ‘n gebrek aan dissipline tot gevolg hê dat leerders laks is met hulle voorbereiding tuis, wat ook sal veroorsaak dat hulle nie na wense vorder nie.

6. Ten slotte

Belangrike afleidings kan uit die neuronavorsing gemaak word wat as rigtingwysers vir toekomstige klavieronderrig kan dien. Kennis van die konsepte van plastisiteit en geleentheidsvensters het heelwat meer duidelikheid meegebring oor die effek van vroeë blootstelling aan musiek op kinders. Dit laat val ook die klem op die waarde van groepsonderrig vir baie jong kinders. In aansluiting hierby is die bevinding van neuronavorsers dat beide die gene en die omgewing ‘n persoon se musikale ontwikkeling en uiteindelijke vermoë kan verhoog, ‘n verdere aanmoediging om so vroeg moontlik met klavieronderrig van leerders te begin. Die besondere belangrikheid van die proses van volgehoue herhaling het, veral met die navorsing oor die ontwikkeling en vestiging van verbindingsnetwerke, nuwe betekenis verkry.

Talle tegniese en musikale vaardighede kom eers later in die ontwikkeling van klavierspel ter sprake. Nogtans toon die oorkoepelende bevinding van breinnavorsing aan dat baie van die probleme wat met klavierspel ondervind word, by pianiste van enige ouderdom, teruggevoer kan word na hulle aanvangsonderrig. Wanneer en hoe beginners die grondbeginsels van klavierspel geleer word, is om meer as een rede belangrik. Dit is veral kritiek om dan te fokus op prosesse wat in die leerder se brein plaasvind en ook om oorsake te ontleed waarom suksesse of mislukkings tydens onderrig kan voorkom.

Alhoewel nie noodwendig die geval nie, en dit ook moeilik is om wetenskaplik te toets, is dit baie moontlik dat leerders wat met bepaalde pianistiese probleme soos tegniese bedreweheid en bladles sukkel, te laat met formele en toepaslike onderrig begin het.

Notas

- 1 Die leser word in hierdie verband verwys na die baie volledige uiteensetting van verskillende navorsingsprojekte in *The biological foundations of music*, saamgestel onder redaksie van R. Zatorre en I. Peretz (2001).
- 2 Kyk die beskrywing van veg-of-vlugreaksie/afskuiwing onder **Emosie**.
- 3 Dopamien: ‘n Oordragstof wat ‘n persoon goed laat voel.
- 4 Serotonien: Behoort aan groep aktiewe chemiese stowwe wat ‘n belangrike rol speel in die funksionering van die senuweestelsel, onder andere as oordragstof (Plug et al. 1997: 47).
- 5 Hoë-orde denke (*higher mental processes*) impliseer intelligensie, verbeelding en komplekse mentale prosesse. Hierdie prosesse kan oor ‘n lang periode saamgevoeg word in ‘n tipe eenheid of totaliteit. Hoë-orde denke stel ‘n persoon in staat om komplekse aspekte te analiseer en saam te vat (Corsini 2002: 445).

Bibliografie

- Baharloo S, Johnston P A, Service S K & Gitschier, J. 1998. Absolute pitch: an approach for identification of genetic and nongenetic components. *American Journal of Human Genetics*, 62:224-231.
- Byrd A S. 1976. Pitch learning and the implications for music education. Ongepubliseerde PhD-proefskrif. Grahamstad: Rhodes Universiteit.
- Caine R M. 1997. Maximizing learning: a conversation with Renate Nummela Caine. Interview conducted by C.R Pool. *Educational Leadership*, 54(6):11-15.
- Caine R N & Caine G. 1991. *Making Connections: Teaching and the Human Brain*. Alexandria, Virginia: ASCD.
- Copp E F. 1916. Musical ability. *Journal of Heredity*, 7:297-305.
- Corsini R K. 2002. *The Dictionary of Psychology*. New York: Brunner-Routledge.
- Crozier J B. 1997. Absolute pitch: Practice makes perfect, the earlier the better. *Psychology of Music*, 25(2):110-119.
- Diamond M. 1988. *Enriching Heredity: The Impact of the Environment on the Anatomy of the Brain*. New York: Free Press.
- Diamond M & Hopson J. 1998. *Magic Trees of the Mind*. New York: Penguin.
- Gagné F. 1999. Nature or nurture? A re-examination of Sloboda and Howe’s (1991) interview study on talent development in music. *Psychology of Music*, 27(1):38-51.

- Goldblum N. 2001. *The Brain-shaped Mind*. Cambridge, UK: Press syndicate of the University of Cambridge.
- Goleman D. 1995. *Emotional Intelligence*. New York: Bantam.
- Gordon E. 1979. *Primary measures of music audiation*. Chicago: GIA Publications.
- Greenough W T & Black J E. 1992. Induction of brain structure by experience: Substrates for cognitive development. In M R Gunnar & C A Nelson (reds). *Minnesota Symposia on Child Psychology. Vol. 24*. Hillsdale, New Jersey: Erlbaum: 155-200.
- Gruhn W. 2004. *Neurodidactics – A New Scientific Trend in Music Education. XXVIth ISME Conference - Tenerife, Spain. 11-16 July 2004*. [Intyds] Beskikbaar: www.wgruhn.de/Forschung/tenerife.pdf (22 Maart 2006).
- Hannaford C. 1995. *Smart Moves: Why Learning is Not All in Your Head*. VSA: Great Ocean.
- Hargreaves D J & Zimmermann M P. 1992. Development theories of music learning. In R. Collwell (Red.). *Handbook of Research on Music Teaching and Learning*. New York: Schirmer: 377-391.
- Hendrikse H S. 1982. Die musikale potensiaal van die kleuter en die ontwikkeling van 'n sillabus vir pre-primêre musiekopvoeding met besondere verwysing na die Dalcroze-, Kodály- en Orff-metodes. Ongepubliseerde MMus-tesis. Grahamstad: Rhodes Universiteit.
- Hodges D A. 2000. A virtual panel of expert researchers. *Music Educators Journal*, 87(2):40-44, 60.
- Jensen E. 2000. *Brain-based Learning*. San Diego: Brain Store.
- Jensen E. 1998. *Teaching With the Brain in Mind*. Alexandria, Virginia: ASCD.
- Jourdain R. 1998. *Music, the Brain and Ecstasy: How Music Captures Our Imagination*. New York: Avon.
- Kempermann G, Kuhn H G & Gage F H. 1997. More hippocampal neurons in adult mice living in an enriched environment. *Nature*, 386:493.
- Kotulak R. 1994. *Inside the Brain: Revolutionary Discoveries of How the Mind Works*. Kansas City, MO.: Andrews & McMeel.
- LeDoux J. 1996. *The Emotional Brain: The Mysterious Underpinnings of Emotional Life*. New York: Simon & Schuster.
- Levy J. 1983. Research synthesis on right and left hemispheres: we think with both sides of the brain. *Educational Leadership*. 40(4):66-71.
- Nelson C A & Bloom F E. 1997. Child development and neuroscience. *Child Development*, 68(5):977-987.
- Ornstein R. 1997. *The right mind: making sense of the hemispheres*. New York: Harcourt Brace & Co.
- Pantev C, Engelien A, Candia V & Elbert, T. 2001. Representational cortex in musicians: plastic alterations in response to musical practice. In R.J. Zatorre & I. Peretz (Reds.). *The Biological Foundations of Music. Annals of the New York Academy of Sciences, vol. 930*. New York, NY: 300-314.
- Pascual-Leone A. 2001. The brain that plays music and is changed by it. In R.J. Zatorre & I. Peretz (Reds.). *The Biological Foundations of Music. Annals of the New York Academy of Sciences, vol. 930*. New York, NY: 315-329.
- Pert C. 1999. *Molecules of Emotion*. New York: Charles Scribner's Sons.
- Petersen S. 2000. How does the brain develop? A conversation with Steven Petersen. Interview conducted by M. D'Arcangelo. *Educational Leadership*, 58(3):68-71.
- Plug C, Louw D A P, Gouws L A & Meyer W F. 1997. *Verklarende en Vertalende Sielkundewoordeboek*. Johannesburg: Heinemann Voortgesette Onderwys.
- Rauschecker J P. 2001. Cortical plasticity and music. In R J Zatorre & I Peretz (reds.). *The Biological Foundations of Music. Annals of the New York Academy of Sciences, vol. 930*. New York, NY: 330-336.
- Rose C. 1996. *Accelerated Learning*. England: Ashford Colour.
- Rozanski A. 1988. Mental stress and the induction of silent ischemia in patients with coronary artery disease. *New England Journal of Medicine*, 318(16):1005-1012.
- Russo F A, Windell D L & Cuddy L L. 2003. Learning the 'special note': evidence for a critical period for absolute pitch acquisition. *Music Perception*, 21(1):119-127.
- Sapolsky R M. 1990. Stress in the wild. *Scientific American*, 262(1):106-113.
- Schlaug G. 2007. E-pos aan Dr T Van Niekerk [Intyds]. 7 Augustus 2007. Beskikbaar E=pos: gschlaug@bidmc.harvard.edu.
- Schlaug G. 2001. The brain of musicians: a model for functional and structural adaptation. In R J Zatorre & I Peretz (reds). *The Biological Foundations of Music. Annals of the New York Academy of Sciences, vol. 930*. New York, NY: 281-299.
- Scott-Kassner C. 1992. Research on music in early childhood. In R Colwell (red). *Handbook of Research on Music Teaching and Learning*. New York: Schirmer: 633-650.
- Sergeant D & Roche S. 1973. Perceptual shifts in the auditory information processing of young children. *Psychology of Music*, 1(2):39-49.
- Siegel J & Siegel W. 1977. Absolute identification of notes and intervals by musicians. *Perception and Psychophysics*, 21:143-152.

- Sloboda J A & Howe M J A. 1991. Biographical precursors of musical excellence: an interview study. *Psychology of Music*, 19(1):3-21.
- Snyder B. 2000. *Music and Memory: An Introduction*. Cambridge, Mass.: MRI Press.
- Sousa D A. 2001. *How the Brain Learns*. 2^{de} uitg. Thousand Oaks, CA: Corwin.
- Squire L R & Kandel E. 1999. *Memory: from Mind to Molecules*. New York: Scientific American Library.
- Sternberg R J. 1995. *In Search of the Human Mind*. Internasionale uitg. New York: Harcourt Brace.
- Stevens C F. 1979. The neuron. *Scientific American*, 241(3):48-59.
- Sylwester R. 1998. Art for the brain's sake. *Educational Leadership*, 56(3):31-35.
- Sylwester R. 1995. *A Celebration of Neurons: An Educators' Guide to the Human Brain*. Alexandria, Virginia: ASCD.
- Thompson R F. 2000. *The brain: A Neuroscience Primer*. 3^{de} uitg. New York: Worth.
- Tomlinson C A & Kalbfleisch M L. 1998. Teach me, teach my brain: a call for differentiated classrooms. *Educational Leadership*, 56(3):52-55.
- Van Blerk M E. 1994. *Afrikaanse Verklarende Musiekwoordeboek*. Kaapstad: Vlaeberg.
www.scienceclarified.com/scitech/images/Isai_...
- Wolfe P. 1998. Revisiting effective teaching. *Educational Leadership*, 56(3):61-64.
- Wolfe P & Brandt R. 1998. What do we know from brain research? *Educational Leadership*, 56(3):8-13.
- Zatorre R J & Peretz I (reds). 2001. *The Biological Foundations of Music*. New York: New York Academy of Sciences.