

Hilo

Haole

Als ze in een ander deel van Amerika was opgegroeid had Jennifer Doudna zich misschien een gewoon kind gevoeld. Maar in Hilo, een oud stadje in een met vulkanen bezaaid deel van het Grote Eiland van Hawaï, dat bekender is om zijn bossen dan om zijn stranden, gaf het feit dat ze blond haar en blauwe ogen had en slungelachtig lang was haar het gevoel dat ze, zoals ze later zei, ‘heel raar was’. Ze werd door de andere kinderen geplaagd, vooral door jongens, omdat ze – anders dan zij – haar op haar armen had. Ze noemden haar een ‘*haole*’, een negatieve aanduiding voor niet-oorspronkelijke bewoners. Het leidde ertoe dat ze een zekere behoedzaamheid ontwikkelde, onder de oppervlakte van wat later een vriendelijke en charmante manier van doen zou worden.¹

Tot de familietraditie behoorde een verhaal over een van Jennifers overgrootmoeders. Ze was afkomstig uit een gezin van drie broers en drie zusjes. Hun ouders hadden geen geld om alle zes kinderen naar school te laten gaan, en daarom besloten ze de drie meisjes naar school te sturen. Een van de zusjes werd onderwijzeres in Montana en hield een dagboek bij dat van generatie op generatie werd doorgegeven. Het stond vol verhalen over doorzettingsvermogen, gebroken botten, werken in de winkel van het gezin, en andere vormen van het harde leven

in de grensgebieden. ‘Ze was humeurig en koppig en ze had een pioniersgeest,’ zei Jennifers zus Sarah, degene van de huidige generatie die het dagboek in haar bezit heeft.

Ook Jennifer had twee zussen maar geen broers. Als oudste meisje werd ze verafgood door haar vader Martin Doudna, die soms naar zijn kinderen verwees als ‘Jennifer en de meisjes’. Ze werd op 19 februari 1964 geboren in Washington D.C., waar haar vader als speechschrijver op het ministerie van Defensie werkte. Hij droomde van een baan als hoogleraar Amerikaanse literatuur en daarom verhuisde hij naar Ann Arbor met zijn vrouw Dorothy, docent aan een HBO-opleiding en schreef zich in bij de universiteit van Michigan.

Nadat hij zijn doctorsgraad had gehaald solliciteerde hij op wel vijftig betrekkingen, maar alleen de universiteit van Hawaï in Hilo bood hem een baan aan. Dus leende hij 900 dollar van het pensioenfonds van zijn vrouw en verhuisde in augustus 1971 met zijn gezin naar Hilo. Jennifer was toen zeven jaar.

Veel creatieve mensen – onder wie de meeste over wie ik heb geschreven, zoals Leonardo da Vinci, Albert Einstein, Henry Kissinger en Steve Jobs – voelden zich tijdens hun jeugd een vreemde eend in de bijt. Dat gold ook voor Doudna als klein blond meisje tussen de Polynesiërs in Hilo. ‘Ik was heel, heel erg alleen en eenzaam op school,’ zegt ze. In groep 5 voelde ze zich zo’n verschoppeling dat ze een eetstoornis ontwikkelde. ‘Ik had allerlei spijsverteringsproblemen waarvan ik later begreep dat ze het gevolg waren van stress. De kinderen plaagden me iedere dag.’ Ze trok zich terug in boeken en ontwikkelde een pantser. ‘Er is een deel in mij waarin ik niemand toelaat,’ hield ze zichzelf voor.

Zoals veel anderen die zich een buitenstaander hebben gevoeld ontwikkelde Jennifer een grote nieuwsgierigheid naar wat de plaats van de mens in de schepping is. ‘Al op jonge leeftijd probeerde ik te ontdekken wie ik was in de wereld en hoe ik mij daar op een of andere manier moest zien in te passen,’ zei ze later.²

Gelukkig raakte het gevoel een buitenstaander te zijn niet al te diep verankerd. Het werd leuker op school, ze ontwikkelde een innemend karakter en de littekens uit haar vroegste kindertijd begonnen te vervagen. Een heel enkele keer kwam het oude gevoel terug, als een gebeurtenis – een eindsprint om een octrooi, een mannelijke

zakenpartner die dingen achterhield of haar bedroog – haar diep genoeg raakte.

Jennifer bloeit op

De verbetering begon halverwege groep 3, toen haar ouders van het centrum van Hilo verhuisden naar een van de nieuwbouwhuizen op een beboste helling hoger op de flanken van de vulkaan Mauna Loa. Van een grote school met zestig leerlingen per klas ging ze naar een kleinere met maar twintig derdegroepers. Ze kreeg er Amerikaanse geschiedenis, een onderwerp waarmee ze zich meer verbonden voelde. ‘Ik bevond me op een keerpunt,’ herinnerde ze zich. Ze deed het zo goed dat haar wiskundeleraar in groep 5 het advies gaf haar een klas te laten overslaan. En zo kwam ze met goedvinden van haar ouders terecht in groep 6.

Dat schooljaar kreeg ze een hartsvriendin met wie ze haar hele leven bevriend bleef. Lisa Hinkley (tegenwoordig Lisa Twigg-Smith) was afkomstig uit een klassieke gemengde Hawaïaanse familie: ze had Schots, Deens, Chinees en Polynesisch bloed. Ze wist hoe ze de plaaggeesten op het schoolplein moest aanpakken. ‘Als iemand mij een f**king haole noemde, kromp ik ineen,’ aldus Doudna. ‘Maar als een pestkop Lisa uitschold draaide ze zich om, keek hem onbevreesd aan en gaf direct lik op stuk. Ik besloot dat ik ook zo wilde zijn.’ Op een dag werd de leerlingen in de klas gevraagd wat ze wilden worden als ze groot waren. Lisa verklaarde dat ze parachutespringer wilde worden. ‘Ik dacht: dat is geweldig. Ik had dat nooit durven antwoorden. Ze was oneindig veel dapperder dan ik, en ik besloot te proberen even dapper te zijn als zij.’

Doudna en Hinkley brachten hun middagen door met fietsen en wandelen door de suikerrietvelden. De natuur was overweldigend en divers: er waren mossen en paddenstoelen, perzikpalmen en suikerpalmen. Ze vonden graslanden vol lavastenen, begroeid met varens. In de holtes van lavastromen leefde een spinnensoort zonder ogen. Doudna vroeg zich verbaasd af hoe dat dier was ontstaan. Ze was ook geïntrigeerd door een doornige kruipende plant, *bilabila* of ‘kruidje-roermij-niet genoemd omdat de fijngedeelde blaadjes opkrullen als ze worden aangeraakt. Ze zegt: ‘Ik vroeg me af, waarom gaan die blaadjes dicht als je ze aanraakt?’³

We zien allemaal iedere dag bijzondere natuurverschijnselen, of het nu een bewegende plant is of een zonsondergang met roze strepen in een diepblauwe hemel. De sleutel tot echte nieuwsgierigheid is tijd nemen om na te denken over de oorzaak van iets. Waarom is de lucht blauw, wat maakt een zonsondergang roze en waarom rollen de blaadjes van een kruidje-roer-mij-niet zich op?

Algauw vond Doudna iemand die haar op zulke vragen antwoord kon geven. Haar ouders waren bevriend met een hoogleraar biologie, Don Hemmes, en met zijn allen maakten ze wandelingen in de natuur. ‘We maakten tochten naar Waipio Valley en andere plekken op het Grote Eiland om paddenstoelen te zoeken, waarin ik wetenschappelijk geïnteresseerd was,’ aldus Hemmes. Na de paddenstoelen te hebben gefotografeerd haalde hij zijn determinatiegidsen tevoorschijn en liet hij Doudna zien hoe je de naam ervan kon opzoeken. Ook verzamelde hij microscopisch kleine schelpen op het strand die hij samen met haar determineerde en rangschikte op soort, zodat ze konden proberen te achterhalen hoe ze waren geëvolueerd.

Haar vader kocht een paard voor haar, een kastanjebruine ruïn die ze Mokihana noemde, naar een Hawaïaanse boom met geurige vruchten. Ze werd lid van het voetbalteam waarin ze halfback speelde, een positie die in haar team moeilijk op te vullen was omdat je daarvoor lange benen en een groot uithoudingsvermogen moest hebben. ‘Dat is typerend voor de manier waarop ik mijn werk heb benaderd,’ zegt Jennifer. ‘Ik heb altijd gezocht naar mogelijkheden om een speciale niche te vullen waarvoor relatief weinig mensen in aanmerking komen omdat ze over dezelfde vaardigheden beschikken.’

Wiskunde was haar favoriete vak, omdat het bewijzen van stellingen haar deed denken aan detectivewerk. Ook had ze een inspirerende biologiedocent, Marlene Hapai, die avontuurlijke experimenten wist te bedenken. ‘Zij leerde ons dat de wetenschap draaide om het uitpluizen van bepaalde zaken,’ aldus Doudna.

Hoewel ze het qua leerresultaten uitstekend deed, had ze niet het gevoel dat er op haar kleine school hoge verwachtingen waren. ‘Ik kreeg niet het idee dat de leerkrachten echt veel van me verwachtten,’ zegt ze. Haar reactie daarop was interessant: door het gebrek aan uitdagingen voelde ze zich vrij om meer risico’s te nemen. ‘Ik besloot dat ik er gewoon voor moest gaan, omdat het toch niets uitmaakte,’ herin-

nert ze zich. ‘Het stimuleerde me om meer risico’s te nemen, wat ik later in de wetenschap ook deed bij de keuze van onderzoeksprojecten.’

Haar vader was de enige die haar stimuleerde. Hij zag zijn oudste dochter als zijn geestverwante in het gezin, de intellectueel die voorbestemd was voor de universiteit en een academische carrière. ‘Ik had altijd het gevoel dat ik de zoon was die hij had willen hebben,’ zegt ze. ‘Ik werd anders behandeld dan mijn zusjes.’

De dubbele helix van James Watson

Doudna’s vader was een verwoed lezer die iedere zaterdag een stapel boeken uit de lokale bibliotheek haalde die hij het weekend daarop uit had. Zijn favoriete schrijvers waren Emerson en Thoreau, maar tijdens Jennifers jeugd realiseerde hij zich dat de boeken die hij zijn studenten aanraadde voornamelijk door mannen waren geschreven. Daarom nam hij ook Doris Lessing, Anne Tyler en Joan Didion op in zijn syllabus.

Vaak nam hij een boek voor Jennifer mee naar huis, uit de bibliotheek of uit de lokale tweedehandsboekenwinkel. Als brugklasser vond ze bijvoorbeeld op een dag een tweedehandspocket van James Watsons *The Double Helix (De dubbele helix)* op haar bed liggen toen ze uit school kwam.

Ze legde het boek opzij in de veronderstelling dat het een detective was. Toen ze op een zaterdagmiddag uiteindelijk besloot het te gaan lezen, ontdekte ze dat dat tot op zekere hoogte ook zo was. Al bladerend in het boek werd ze geboeid door wat een uiterst persoonlijk detectiveverhaal bleek – vol levendig beschreven karakters – over ambitie en concurrentie in de zoektocht naar de verborgen geheimen van het leven. ‘Toen ik het boek gelezen had besprak mijn vader het met me,’ herinnert ze zich. ‘Hij vond het een goed verhaal en waardeerde vooral de persoonlijke kant ervan – de menselijke kant van dat soort onderzoek.’

In zijn boek beschreef Watson uiterst beeldend (en meer dan dat) hoe hij als vierentwintigjarige verwaande biologiestudent uit het Amerikaanse middenwesten uiteindelijk terecht kwam aan Cambridge University in Engeland, hoe hij ging samenwerken met de biochemicus Francis Crick en hoe ze in 1953 samen de wedloop om de opheldering van de structuur van DNA wonnen. Het boek is geschreven in de sprankelende verteltrant van een brutale Amerikaan die zich de

Engelse afterdinnerkunst van het uiten van zelfspot vermengd met eigendunk heeft eigengemaakt, en slaagt erin een grote dosis wetenschap te verpakken in een roddelverhaal over de zwakheden van beroemde professoren, de genoegens van flirtpartijtjes, tennis, laboratoriumexperimenten en theepartijtjes.

Behalve de rol van naïeve geluksvogel die hij zichzelf in het boek heeft toebedacht, is het andere buitengewoon interessante personage Rosalind Franklin, moleculair bioloog en kristallograaf, van wie Watson de gegevens zonder haar toestemming gebruikte. Geheel in lijn met het achteloze seksisme in de jaren vijftig van de twintigste eeuw verwijst Watson met een hooghartige minzaamheid naar haar als ‘Rosy’, een naam die ze nooit gebruikte, en drijft hij de spot met haar sobere uiterlijk en koele persoonlijkheid. Maar toch is hij gul met zijn respect voor haar beheersing van de complexe wetenschap en haar grote vaardigheid om met behulp van röntgendiffractie de structuur van moleculen op te helderen.

‘Ik vermoed dat ik wel merkte dat Rosalind enigszins neerbuigend werd behandeld, maar wat me vooral trof was dat een vrouw een belangrijke wetenschapper kon zijn,’ zegt Doudna. ‘Misschien klinkt dat wat vreemd, want ik had vermoedelijk al wel van Marie Curie gehoord. Maar door het lezen van dit boek ging ik er voor het eerst echt over nadenken, en het was een openbaring. Vrouwen konden wetenschap bedrijven.’⁴

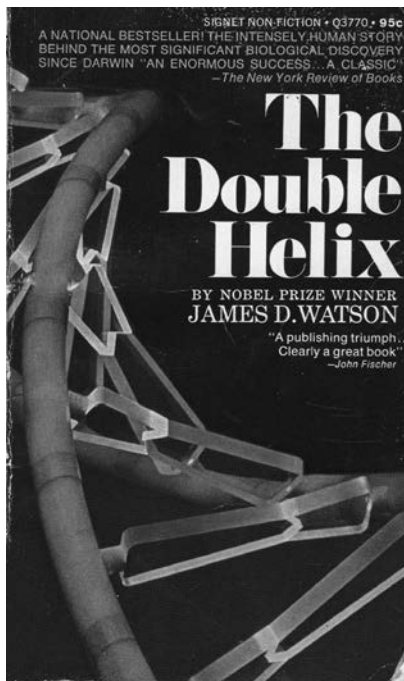
Door Watsons boek realiseerde Doudna zich ook iets met betrekking tot de natuur dat zowel logisch als ontzagwekkend was. Er bestonden biologische mechanismen waardoor levende organismen werden bestuurd, inclusief de wonderlijke verschijnselen die haar opvielen als ze tochten maakte door de regenwouden. ‘Tijdens mijn jeugd in Hawaï vond ik het heerlijk om met mijn vader in de natuur naar interessante dingen te kijken, zoals het kruidje-roer-mij-niet dat zijn blaadjes oprolt als je ze aanraakt,’ herinnert ze zich. ‘Door het boek realiseerde ik me dat je ook op zoek kon gaan naar de redenen waarom de natuur werkt zoals ze werkt.’

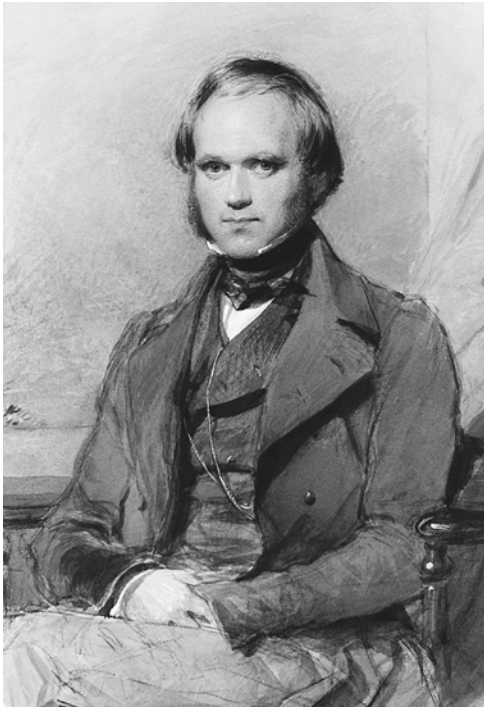
Doudna’s carrière zou worden bepaald door het inzicht dat de kern vormt van *De dubbele helix*: de vorm en structuur van een chemisch molecuul bepalen de biologische functie ervan. Het is een verbazingwekkende openbaring voor wie belangstelling heeft voor het ontrafe-

len van de fundamentele geheimen van het leven. Op die manier wordt chemie – waarin onderzocht wordt hoe atomen zich verbinden tot moleculen – biologie.

Meer in het algemeen zou haar carrière ook bepaald worden door het besef dat ze gelijk had toen ze voor het eerst *De dubbele helix* op haar bed zag liggen en dacht dat het een van die detectives was waar ze zo van hield. 'Ik ben altijd dol geweest op mysterieuze verhalen,' merkt ze jaren later op. 'Misschien verklaart dat mijn fascinatie voor de wetenschap, die poging van mensen om de oudste geheimen die we kennen te begrijpen: de oorsprong en de functie van de natuur en onze plaats daarin.'⁵

Hoewel haar school meisjes niet aanmoedigde om de wetenschap in te gaan, wist ze zeker dat ze dat wilde. Gedreven door een hartstochtelijk verlangen om te begrijpen hoe de natuur in elkaar zit en door een competitief verlangen om wetenschappelijke ontdekkingen om te zetten in technische uitvindingen, wilde ze bijdragen aan wat Watson met zijn kenmerkende, als bescheidenheid vermomde gewichtigdoenerij later tegenover haar de belangrijkste biologische stap voorwaarts zou noemen sinds de ontdekking van de dubbele helix.





Darwin



Mendel

Het gen

Darwin

Het pad dat Watson en Crick naar de ontdekking van de structuur van DNA leidde werd een eeuw eerder, in de jaren vijftig van de negentiende eeuw, gebaad door de Engelse bioloog Charles Darwin toen die zijn *On the Origin of Species* publiceerde en door Gregor Mendel, een bescheiden monnik in Brno (tegenwoordig een stad in de Tsjechische Republiek), die erwtenplanten ging kweken in de tuin van zijn klooster. Uit de snavelvorm van Darwins vinken en uit de eigenschappen van Mendels erwtenplanten ontwikkelde zich het idee van genen, structurele eenheden in de cellen van levende organismen die de erfelijke code bevatten.¹

Darwin was aanvankelijk van plan om medicijnen te studeren, net als zijn vader en grootvader, beiden vooraanstaande artsen. Maar hij ontdekte dat hij het bloed en het gegil van een vastgebonden kind dat geopereerd werd niet kon verdragen. Daarom brak hij zijn studie af en ging studeren voor anglicaans predikant, opnieuw een roeping waarvoor hij absoluut ongeschikt was. Zijn ware passie was de biologie, al vanaf zijn achtste jaar toen hij allerlei objecten begon te verzamelen. Hij kreeg zijn kans in 1831, toen hij op tweeëntwintigjarige leeftijd het aanbod kreeg om als planten- en dierenverzamelaar mee te gaan op een reis rond de wereld met het zeilschip HMS *Beagle*.²

In 1835, in het vierde jaar van de reis die vijf jaar zou duren, verkende de *Beagle* een tiental eilanden van de Galápagosarchipel, voor de Pacifische kust van Zuid-Amerika. Daar verzamelde Darwin skeletten van wat hij determineerde als vinken, merels, haakbekken, spotlijsters en winterkoninkjes. Maar twee jaar later, na zijn terugkeer in Engeland, hoorde hij van de ornitholoog John Gould dat de vogels in werkelijkheid verschillende soorten vinken waren. Darwin ontwikkelde de theorie dat zij allemaal afstamden van een gemeenschappelijke voorouder.

Hij wist dat er in de streek rond het huis waar hij op het Engelse platteland opgroeide regelmatig paarden en koeien werden geboren met kleine variaties en dat de fokkers in de loop der jaren de beste individuen selecteerden om daarmee verder te fokken en kuddes met gewenste eigenschappen te produceren. Misschien werkte het in de natuur ook zo. Hij noemde dat proces 'natuurlijke selectie'. In bepaalde geïsoleerde gebieden zoals de Galápagoseilanden zouden in elke generatie een paar mutanten (hij gebruikte de wat speelsere term 'slagen') voorkomen en als de levensomstandigheden veranderden hadden die misschien meer kans om de concurrentiestrijd om het schaarse voedsel te winnen en dus ook meer kans om zich voort te planten. Veronderstel dat een vinkensoort een snavel had die geschikt was om vruchten te eten, maar dat een droogteperiode de vruchtbomen vernietigde; enkele toevallige varianten met een snavel die geschikter was om noten te kraken zouden dan goed gedijen. 'Onder deze omstandigheden zullen gunstige variaties behouden blijven en ongunstige geëlimineerd worden,' schreef Darwin. 'Dat zou uiteindelijk leiden tot het ontstaan van een nieuwe soort.'

Darwin aarzelde aanvankelijk om zijn theorie te publiceren omdat die zo kettens was, maar zoals zo vaak in de geschiedenis van de wetenschap werkte concurrentie als een aansporing. In 1858 stuurde Alfred Russel Wallace, een jongere bioloog, Darwin een ruwe versie van een artikel waarin een overeenkomstige theorie was geformuleerd. Darwin maakte in allerijl een eigen artikel klaar voor publicatie en ze kwamen overeen dat ze hun werk op dezelfde dag zouden presenteren tijdens de eerstvolgende vergadering van een vooraanstaande wetenschappelijke vereniging.

Darwin en Wallace bezaten beiden een belangrijke eigenschap die

een katalysator vormt voor creativiteit: ze hadden een brede belangstelling en konden verbanden leggen tussen verschillende takken van wetenschap. Beiden hadden reizen gemaakt naar exotische oorden waar ze de soortenvariatie hadden gezien en beiden hadden 'An Essay on the Principle of Population' gelezen van Thomas Malthus, een Engelse econoom. Malthus betoogde dat de menselijke populatie waarschijnlijk sneller groeide dan de voedselvoorraad op aarde. De overbevolking die daarvan het gevolg was zou leiden tot hongersnood die de zwakkere en armere mensen zou elimineren. Darwin en Wallace realiseerden zich dat dit voor alle soorten gold en dus leidde tot een evolutietheorie waarvan het overleven van de best aangepaste individuen de motor vormde. 'Ik las toevallig voor mijn plezier Malthus' essay over bevolking, en [...] plotseling kwam ik op de gedachte dat onder deze omstandigheden gunstige variaties behouden zouden blijven en ongunstige ten onder zouden gaan,' schreef Darwin. Zoals de sciencefictionauteur en biochemicus Isaac Asimov later opmerkte over het ontstaan van de evolutietheorie: 'Er was iemand nodig die soorten bestudeerde, Malthus las en het vermogen had om het verband daartussen te leggen.'³

De gedachte dat soorten evolueren via mutaties en natuurlijke selectie liet één grote vraag onbeantwoord: wat was het mechanisme erachter? Hoe kon een gunstige variant van de vinkensnavel of de girafenhals ontstaan en vervolgens worden doorgegeven aan toekomstige generaties? Darwin veronderstelde dat organismen misschien minuscule deeltjes bezaten die erfelijke informatie bevatten, en hij speculeerde dat de informatie afkomstig van een man en die van een vrouw zich in een embryo vermengden. Maar evenals anderen realiseerde hij zich al snel dat dit zou betekenen dat een nieuwe eigenschap in de loop van een aantal generaties eerder zou leiden tot verdunning dan tot het intact doorgeven ervan.

In Darwins privébibliotheek bevond zich een exemplaar van een onbekend wetenschappelijk tijdschrift met daarin een artikel dat in 1866 was geschreven en het antwoord op zijn vraag bevatte. Maar hij kwam er nooit toe het artikel te lezen, en dat gold ook voor bijna alle andere wetenschappers uit zijn tijd.